







| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

| |
|--|
| <p>Universitat de Lleida</p> <p>Escola Politècnica Superior</p> <p>Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Mecànica</p> <p>Projecte final de carrera</p> <p>Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat</p> <p>Autor: Roger Blasco Ballesté</p> <p>Director: Lluïsa F. Cabeza</p> <p>Juny de 2007</p> |
|--|



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

ÍNDEX GENERAL



| | |
|---|-----------|
| 1. MEMÒRIA..... | 1 |
| FULL D'IDENTIFICACIÓ | 2 |
| ÍNDEX DE LA MEMÒRIA..... | 3 |
| 1.0. INTRODUCCIÓ | 6 |
| 1.0.1. Energies renovables | 6 |
| 1.0.2. Consum energètic actual..... | 7 |
| 1.0.2.1. Situació energètica actual mundial..... | 7 |
| 1.0.3. Energia solar tèrmica de baixa temperatura..... | 10 |
| 1.0.3.1. Principis bàsics de l'energia solar..... | 11 |
| 1.0.3.2. Els captadors solars..... | 12 |
| 1.0.4. Aplicacions..... | 13 |
| 1.0.4.1. Aigua calenta sanitària..... | 13 |
| 1.0.5. Impacte ambiental..... | 14 |
| 1.1. OBJECTE DEL PROJECTE | 15 |
| 1.2. ABAST | 16 |
| 1.3. ANTECEDENTS | 17 |
| 1.4. NORMES I REFERÈNCIES..... | 19 |
| 1.4.1 Disposicions legals i normes aplicades | 19 |
| 1.4.2 Bibliografia | 20 |
| 1.4.3 Programes de càlcul | 20 |
| 1.4.4 Altres referències | 20 |
| 1.5. DEFINICIONS I ABREVIACIONS | 21 |
| 1.5.1. Definicions..... | 22 |
| 1.5.1.1. Definicions en el càlcul de l'energia necessària d' ACS..... | 22 |
| 1.5.1.2. Definicions en el càlcul de l'energia solar disponible..... | 23 |
| 1.5.1.3. Definicions en els càlculs de la instal·lació solar..... | 24 |
| 1.5.1.4. Definicions en el càlcul dels vasos d'expansió..... | 25 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



| | |
|--|-----------|
| 1.5.1.5. Definicions en el càlcul de l'aïllament de les canonades | 26 |
| 1.5.1.6. Definicions en el càlcul de les pèrdues de càrrega | 27 |
| 1.5.1.7. Definicions en el càlcul del període de retorn de la instal·lació solar | 28 |
| 1.5.2. Abreviacions | 28 |
| 1.6. REQUISITS DE DISSENY | 30 |
| 1.6.1 Requisits generals del projecte..... | 30 |
| 1.6.2 Descripció arquitectònica general | 30 |
| 1.6.3. Característiques generals de les dependències | 31 |
| 1.7. ANÀLISI DE SOLUCIONS..... | 34 |
| 1.7.1 Selecció del sistema d'acumulació | 34 |
| 1.7.2. Selecció del col·lector solar | 35 |
| 1.7.2.1. El col·lector pla..... | 35 |
| 1.7.2.2. Col·lector amb tubs de buit | 37 |
| 1.7.2.3. Col·lector sense coberta o de polipropilè | 38 |
| 1.7.3. Selecció del tipus de col·lector. | 39 |
| 1.7.4. Selecció del tipus de col·lector pla. | 41 |
| 1.8. DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ..... | 54 |
| 1.8.1 Descripció general de la instal·lació..... | 54 |
| 1.8.2. Descripció de la zona 1 | 55 |
| 1.8.2.1. Característiques dels col·lectors solars | 56 |
| 1.8.2.2. Dimensions de les canonades de la zona 1 | 59 |
| 1.8.2.3. Característiques de la bomba de circulació de la zona 1 | 60 |
| 1.8.2.4. Vas d'expansió de la zona 1 | 62 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



| | |
|---|---------------------|
| 1.8.2.5. Regulació i control de la zona 1..... | 62 |
| 1.8.2.6. Altres elements de la zona 1..... | 65 |
| 1.8.3. Descripció de la zona 2 | 65 |
| 1.8.3.1. Dipòsit acumulador d'ACS | 66 |
| 1.9. PLANIFICACIÓ..... | 70 |
| 1.9.1 Definició de les tasques..... | 70 |
| 1.9.2 Diagrama de Gantt | 71 |
| <u>2. ANNEXES.....</u> | <u>1</u> |
| ÍNDIX DELS ANNEXES..... | 2 |
| 2.1.CÀLCULS | 3 |
| 2.1.1. Càlcul de l'energia necessària d'ACS | 3 |
| 2.1.2. Càlcul de la radiació solar incident. | 4 |
| 2.1.3. Càlculs de la instal·lació solar..... | 12 |
| 2.1.3.1. Quantitat d'anticongelant en el circuit primari..... | 12 |
| 2.1.4. Càlcul de les pèrdues de càrrega. | 14 |
| 2.1.4.1. Mètode de càlcul..... | 14 |
| 2.1.4.2. Pèrdues de càrrega contínues..... | 14 |
| 2.1.4.3. Pèrdues de càrrega singulars. | 16 |
| 2.1.4.4. Pèrdues de càrrega singulars (altres elements)..... | 18 |
| 2.1.4.5. Pèrdues de càrrega del circuit de la zona 1..... | 18 |
| 2.1.4.5.1. Pèrdues de càrrega contínues. | 19 |
| 2.1.4.5.2. Pèrdues de càrrega singulars..... | 19 |
| 2.1.4.5.3. Pèrdues de càrrega singulars (altres elements). | 20 |
| 2.1.4.5.4. Pèrdues de càrrega totals. | 21 |
| 2.1.5. Dipòsit d'ACS..... | 21 |
| 2.1.5.1. Elecció del dipòsit d'ACS..... | 22 |
| 2.1.6. Càlcul del vas d'expansió. | 22 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

| | |
|---|--------------|
| 2.1.6.1. Mètode de càlcul..... | 23 |
| 2.1.6.2. Vas d'expansió del circuit solar..... | 24 |
| 2.1.7. Càlcul d'aïllament de les canonades..... | 28 |
| 2.2. CATÀLEGS I COMPONENTS..... | 32 |
| 2.3. TAULES I DIAGRAMES..... | 33 |
| 2.3.1. Informació emprada en la selecció del col·lector solar..... | 33 |
| 2.3.2. Informació emprada en el càlcul de l'energia necessària d' ACS. | 36 |
| 2.3.3. Informació emprada en el càlcul de l'energia solar incident..... | 38 |
| 2.3.4. Informació emprada en el càlcul de la instal·lació solar..... | 39 |
| 2.3.5. Informació emprada en el càlcul de les pèrdues de càrrega..... | 41 |
| 2.3.6. Informació emprada en el càlcul del vas d'expansió..... | 46 |
| 3. PLÀNOLS..... | 1 |
| ÍNDIX DELS PLÀNOLS | 2 |
| Plànol 1: Situació. | 3 |
| Plànol 2: Emplaçament. | 4 |
| Plànol 3: Planta vivenda (1)..... | 5 |
| Plànol 4: Planta vivenda (2)..... | 6 |
| Plànol 5: Instal·lacions sala de màquines. | 7 |
| Plànol 6: Instal·lacions de la teulada. | 8 |
| Plànol 7: Vista de la teulada. | 9 |
| Plànol 8: Diagrama de procés. | 10 |
| Plànol 9: Diagrama d'enginyeria. | 11 |
| Plànol 10: Col·lector solar Roca. | 12 |
| 4. PLEC DE CONDICIONS..... | 1 |
| ÍNDIX DEL PLEC DE CONDICIONS | 2 |
| 4.1 NORMATIVA | 3 |
| 4.2. MANTENIMENT I POSTA EN MARXA | 4 |
| 4.2.1. Manteniment de la instal·lació d'energia solar tèrmica..... | 4 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.1.1. Posta en marxa..... | 4 |
| 4.2.1.2 Manteniment..... | 5 |
| 4.2.1.3. Seguretat en la instal·lació solar | 9 |
| 4.2.1.4. Mesures de primers auxilis: | 10 |
| 4.2.1.5. Mesures de transport. | 10 |
| 4.2.1.6. Protecció individual..... | 11 |
| 4.2.1.7. Prevenció de la legionel·la..... | 11 |
| 4.2.1.8. Mesures de prevenció que s'han de prendre..... | 11 |
| 4.2.1.9.Medi ambient..... | 12 |
| 4.2.2. Manteniment de les bombes de circulació | 13 |
| 4.2.2.1. Posta en marxa | 13 |
| 4.2.2.2. Manteniment..... | 14 |
| 4.2.3. Manteniment del vas d'expansió..... | 15 |
| 4.2.4. Manteniment de les canonades..... | 16 |
| 4.2.4.1. Corrosió..... | 17 |
| 4.2.4.2. Incrustacions..... | 18 |
| 4.2.4.3. Cops d'ariet | 19 |
| 4.2.4.4. Estanqueitat..... | 19 |
| 4.2.4.5. Suports i dilatacions..... | 20 |
| 4.2.4.6. Aïllament tèrmic..... | 21 |
| 4.2.5. Manteniment de les vàlvules. | 22 |
| 4.2.6. Regulació i control..... | 23 |
| 4.3. FULLS D'ESPECIFICACIÓ. | 25 |
| 5. ESTAT D'AMIDAMENTS | 1 |
| ÍNDEX DE L'ESTAT D'AMIDAMENTS | 2 |
| 5.1. RELACIÓ DE PARTIDES..... | 3 |
| 5.2. ESTAT D'AMIDAMENTS PER PARTIDES..... | 4 |
| 5.2.1.Amidaments de la partida 1: Energia solar..... | 4 |
| 5.2.2.Amidaments de la partida 2: ACS..... | 5 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

| | |
|---|-----------|
| 6. PRESSUPOST..... | 1 |
| ÍNDEX DEL PRESSUPOST..... | 2 |
| 6.1. PREUS UNITARIS..... | 3 |
| 6.1.1.Preus unitaris de la partida 1: Energia solar..... | 3 |
| 6.1.2.Preus unitaris de la partida 2: ACS..... | 4 |
| 6.2. PRESSUPOST PER PARTIDES..... | 5 |
| 6.2.1.Pressupost de la partida 1: Energia solar..... | 5 |
| 6.2.2.Pressupost de la partida 2: ACS..... | 7 |
| 6.2.3.Resum del pressupost per partides..... | 9 |
| 6.3. PRESSUPOST GENERAL..... | 10 |
| 6.4. AJUDES | 11 |
| 6.5. ESTUDI DE VIABILITAT ECONÒMICA | 12 |
| 6.5.1.Període de retorn del capital invertit en la instal·lació | 13 |

ÍNDEX DE TAULES

1. TAULES DE LA MEMÒRIA.

Taula 1.1. Característiques dimensionals de les dependències.

Taula 1.2.Energia total mensual d'ACS, en MJ.

Taula1.3. Avantatges i inconvenients del sistema acumulador triat.

Taula 1.4. Avantatges i inconvenients dels col·lectors.

Taula 1.5. Característiques dels col·lectors solars plans considerats.

Taula 1.6. Correcció de la recta de rendiment d'alguns col·lectors.



Taula 1.7. Dades de partida per a la selecció del col·lector solar.

Taula 1.8. Resultats dels càlculs pel col·lector Solahart "L".

Taula 1.9. Resultats dels càlculs pel col·lector Solahart "M".

Taula1.10. Resultats dels càlculs pel col·lector Solahart Oyster Mo.

Taula 1.11. Resultats dels càlculs pel col·lector Roca PS.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Taula 1.12. Resultats dels càlculs pel col·lector Termicol T105.

Taula 1.13. Resultats dels càlculs pel col·lector Termicol T130 S.

Taula 1.14. Resultats dels càlculs pel col·lector Promasol Mod.Titanio.V1.

Taula 1.15. Resultats dels càlculs pel col·lector Saunier Duval S 8 V.

Taula 1.16. Nomenclatura dels diferents elements que intervenen en la instal·lació.

Taula 1.17. Llistat d'elements de la zona 1.

Taula 1.18. Característiques principals del col·lector Roca PS.

Taula 1.19. Propietats del fluid caloportador.

Taula 1.20. Característiques dels aïllaments de les canonades de la zona 1.

Taula 1.21. Característiques principals de la bomba ROCA PC 1025.

Taula 1.22. Llistat d'elements de la zona 2.

Taula 1.23. Característiques del dipòsit d'ACS Saunier Duval BDS 1150.

Taula 1.24. Diagrama de Gantt de l'elaboració del projecte.

2. TAULES DELS ANNEXES.

Taula 2.1. Energia total mensual d'ACS, en MJ.

Taula 2.2. Temperatura de l'aigua de xarxa en els diferents mesos de l'any.

Taula 2.3. Dia característic de cada mes.

Taula 2.4. Radiació solar sobre una superfície horitzontal a Lleida.

Taula 2.5. Índex de nuvolositat per a cada mes a la localitat de Lleida.

Taula 2.6. Nombre d'hores de Sol de cada mes.

Taula 2.7. Inclinatoria del pannel solar en els diferents mesos de l'any.

Taula 2.8. Inclinatoria del pannel solar en els diferents mesos de l'any.

Taula 2.9. Temperatura mínima absoluta registrada a Lleida entre els anys 2001 i 2003.

Taula 2.10. Densitat de les mescles propilenglicol-aigua.



Taula 2.11. Calor específic de les mescles propilenglicol-aigua.

Taula 2.12. Valors de LE dels elements més usats.

Taula 2.13. Valors de LE dels elements més usats.

Taula 2.14. Variables de disseny per al càlcul de les pèrdues de càrrega.

Taula 2.15. Pèrdues de càrrega contínues als trams de la zona 1.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Taula 2.16. Pèrdues de càrrega singulars pel circuit solar.

Taula 2.17. Tipus de pèrdues de càrrega singulars pel circuit solar.

Taula 2.18. Pèrdues de càrrega degudes al serpentí de bescanvi.

Taula 2.19. Pèrdues de càrrega totals en el tram del circuit solar.

Taula 2.20. Volum expansionat per 1 kg d'aigua segons la temperatura.

Taula 2.21. Volum contingut en m lineal de canonada.

Taula 2.22. Volum total de fluid al circuit.

Taula 2.23. Diàmetres comercials de canonades de coure de tipus M.

Taula 2.24. Espessors mínims d'aïllament (mm) de canonades i accessoris que transporten fluids calents per l'interior dels edificis.

Taula 2.25. Espessors mínims d'aïllament (mm) de canonades i accessoris que transporten fluids calents per l'exterior dels edificis.

Taula 2.26. Resultats de la correcció de l'espessor d'aïllament mínim.

Taula 2.27. Aïllament seleccionat.

Taula 2.28. Informació meteorològica de Lleida des de 1971 fins a 2000.

Taula 2.29. Informació meteorològica de Lleida des de 1971 fins a 2000.

Taula 2.30. Propietats de l'aigua a diferents temperatures.

4. TAULES DEL PLEC DE CONDICIONS.

Taula 4.1. Full d'especificacions del col·lector solar.

Taula 4.2. Full d'especificacions de la bomba de circulació del circuit primari.

Taula 4.3. Full d'especificacions de la centraleta de regulació solar.

Taula 4.4. Full d'especificacions de la electrovàlvula de 3 vies.

Taula 4.5. Full d'especificacions de la vàlvula d'equilibrat.



Taula 4.6. Full d'especificacions del vas d'expansió del circuit primari.

Taula 4.7. Full d'especificacions del sensor de radiació solar.

Taula 4.8. Full d'especificacions de la sonda de temperatura del circuit primari.

Taula 4.9. Full d'especificacions dels purgadors automàtics dels col·lectors solars.

Taula 4.10. Full d'especificacions del dipòsit d'ACS.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Taula 4.11. Full d'especificacions de les canonades de coure.

Taula 4.12. Full d'especificacions dels manòmetres verticals.

Taula 4.13. Full d'especificacions de les vàlvules de bola.

Taula 4.14. Full d'especificacions de les vàlvules de retenció.

Taula 4.15. Full d'especificacions de les vàlvules de seguretat regulables.

Taula 4.16. Full d'especificacions de la vàlvula reductora de pressió.

Taula 4.17. Full d'especificacions dels filtres de partícules sòlides.

Taula 4.18. Full d'especificacions de l'aïllament de canonades.

6. TAULES DEL PRESSUPOST.

Taula 6.1. Import total de les partides.

Taula 6.2. Pressupost total de la instal·lació.

Taula 6.3. Gas-oil necessari per satisfer la demanda mensual d'ACS

Taula 6.4. Paràmetres de càlcul del període de retorn.

ÍNDEX DE FIGURES

1. FIGURES DE LA MEMÒRIA.

Figura 1.1. Distribució mundial de l'energia l'any 2002

Figura 1.2. Distribució d'energia comercialitzada al món l'any 2002

Figura 1.3. Variació anual mitjana 1995-2000 del creixement de les fonts d'energia

Figura 1.4. Aprofitament de la captació solar tèrmica



Figura 1.5. Parts d'un col·lector pla

Figura 1.6. Col·lector solar de buit i el seu principi de funcionament.

Figura 1.7. Col·lector de polipropilè

Figura 1.8. Rendiment dels diferents col·lectors durant els mesos l'any

Figura 1.9. Gràfic rati-cost-preu-rendiment dels col·lectors al llarg de l'any

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

2. FIGURES DELS ANNEXES.

Figura 2.1. Inclinatoria dels panells solars en els diferents mesos de l'any.

Figura 2.2. Inclinatoria dels panells solars òptima

Figura 2.3. Temperatura de congelació en funció del percentatge

Figura 2.4. Pes específic del propilenglicol en funció de la temperatura.

Figura 2.5. Temperatures ambient mitjanes mensuals.

Figura 2.6. Temperatura de l'aigua de la xarxa i graus-dia en base 15.

Figura 2.7. Radiació solar sobre una superfície horitzontal i índex de nubolositat.

Figura 2.8. Dades meteorològiques de 2001 de l'estació de La Bordeta

Figura 2.9. Dades meteorològiques de 2002 de l'estació de La Bordeta (Lleida).

Figura 2.10. Dades meteorològiques de 2003 de l'estació de La Bordeta (Lleida).

Figura 2.11. Gràfic de la longitud equivalent

Figura 2.12. Taula de les pèrdues en accessoris i vàlvules

Figura 2.13. Dimensions de les canonades de coure.



Figura 2.14. Coeficient de dilatació volumètrica de diversos líquids.

4. FIGURES DEL PLEC DE CONDICIONS.



Figura 4.1. Freqüència (en mesos) de les operacions de manteniment

6. FIGURES DEL PRESSUPOST.

Figura 6.1. Gràfica on es mostren els resultats del càlcul del payback de la instal·lació solar.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

1. MEMÒRIA

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

FULL D'IDENTIFICACIÓ

Dades del projecte

Títol del projecte: Disseny de la instal·lació de climatització i ACS mitjançant energia solar tèrmica per un habitatge unifamiliar de Lleida.

Dades del promotor

| | |
|-----------------------|--|
| Pilar Miranda Climent | C/ Joaquim Costa n 35 CP: 25110 Alpicat, Catalunya |
| N.I.F.: 40853984-G | Tlf: 973736775 |

Dades del projectista

| | |
|-----------------------|---|
| Roger Blasco Ballesté | Pça Pare Sanaüja n 3 3r A CP: 25007 Lleida, Catalunya |
| N.I.F.: 47689518-F | Tlf: 973247852 / 627342994 |



Signen els anteriorment mencionats:

El promotor

El projectista



Pilar Miranda Climent Roger Blasco Ballesté

Lleida, 1 de setembre de 2006.



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

ÍNDEX



| | |
|---|-----------|
| 1. MEMÒRIA..... | 1 |
| FULL D'IDENTIFICACIÓ | 2 |
| ÍNDEX DE LA MEMÒRIA..... | 3 |
| 1.0. INTRODUCCIÓ | 6 |
| 1.0.1. Energies renovables | 6 |
| 1.0.2. Consum energètic actual..... | 7 |
| 1.0.2.1. Situació energètica actual mundial..... | 7 |
| 1.0.3. Energia solar tèrmica de baixa temperatura..... | 10 |
| 1.0.3.1. Principis bàsics de l'energia solar..... | 11 |
| 1.0.3.2. Els captadors solars..... | 12 |
| 1.0.4. Aplicacions..... | 13 |
| 1.0.4.1. Aigua calenta sanitària..... | 13 |
| 1.0.5. Impacte ambiental..... | 14 |
| 1.1. OBJECTE DEL PROJECTE | 15 |
| 1.2. ABAST | 16 |
| 1.3. ANTECEDENTS | 17 |
| 1.4. NORMES I REFERÈNCIES..... | 19 |
| 1.4.1 Disposicions legals i normes aplicades | 19 |
| 1.4.2 Bibliografia | 20 |
| 1.4.3 Programes de càlcul | 20 |
| 1.4.4 Altres referències | 20 |
| 1.5. DEFINICIONS I ABREVIACIONS | 21 |
| 1.5.1. Definicions..... | 22 |
| 1.5.1.1. Definicions en el càlcul de l'energia necessària d' ACS..... | 22 |
| 1.5.1.2. Definicions en el càlcul de l'energia solar disponible..... | 23 |
| 1.5.1.3. Definicions en els càlculs de la instal·lació solar..... | 24 |
| 1.5.1.4. Definicions en el càlcul dels vasos d'expansió..... | 25 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

| | |
|--|-----------|
| 1.5.1.5. Definicions en el càlcul de l'aïllament de les canonades | 26 |
| 1.5.1.6. Definicions en el càlcul de les pèrdues de càrrega | 27 |
| 1.5.1.7. Definicions en el càlcul del període de retorn de la instal·lació solar | 28 |
| 1.5.2. Abreviacions | 28 |
| 1.6. REQUISITS DE DISSENY | 30 |
| 1.6.1 Requisits generals del projecte..... | 30 |
| 1.6.2 Descripció arquitectònica general | 30 |
| 1.6.3. Característiques generals de les dependències | 31 |
| 1.7. ANÀLISI DE SOLUCIONS..... | 34 |
| 1.7.1 Selecció del sistema d'acumulació | 34 |
| 1.7.2. Selecció del col·lector solar | 35 |
| 1.7.2.1. El col·lector pla..... | 35 |
| 1.7.2.2. Col·lector amb tubs de buit | 37 |
| 1.7.2.3. Col·lector sense coberta o de polipropilè | 38 |
| 1.7.3. Selecció del tipus de col·lector. | 39 |
| 1.7.4. Selecció del tipus de col·lector pla. | 41 |
| 1.8. DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ..... | 54 |
| 1.8.1 Descripció general de la instal·lació..... | 54 |
| 1.8.2. Descripció de la zona 1 | 55 |
| 1.8.2.1. Característiques dels col·lectors solars | 56 |
| 1.8.2.2. Dimensions de les canonades de la zona 1 | 59 |
| 1.8.2.3. Característiques de la bomba de circulació de la zona 1 | 60 |
| 1.8.2.4. Vas d'expansió de la zona 1 | 62 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

| | |
|--|-----------|
| 1.8.2.5. Regulació i control de la zona 1..... | 62 |
| 1.8.2.6. Altres elements de la zona 1..... | 65 |
| 1.8.3. Descripció de la zona 2 | 65 |
| 1.8.3.1. Dipòsit acumulador d'ACS | 66 |
| 1.9. PLANIFICACIÓ..... | 70 |
| 1.9.1 Definició de les tasques..... | 70 |
| 1.9.2 Diagrama de Gantt | 71 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

1.0. INTRODUCCIÓ



1.0.1. Energies Renovables.

Al llarg de les darreres dècades, la preocupació pel medi ambient a la nostra societat ha anat creixent de forma continuada. L'espectacular desenvolupament econòmic, industrial i social del segle XX ha comportat nous problemes a la humanitat, com ara la contaminació, la degradació del medi ambient, l'esgotament dels recursos i el canvi climàtic. Un dels principals problemes mediambientals és el relacionat amb l'efecte hivernacle, que es deu, sobre tot, a les emissions de CO₂ procedents de les fonts d'energia fòssils. Encara cal resoldre com compaginar el respecte pel medi ambient amb l'elevat grau de confort que demana la societat actual, per a la qual l'energia ha esdevingut una necessitat vital. La demanda d'energia al món augmenta contínuament, però la distribució del consum energètic per sectors ha canviat considerablement en els darrers anys.

Per reduir el consum d'energia als edificis, és fonamental dissenyar i desenvolupar nous conceptes arquitectònics i noves tecnologies que permetin casar el confort a què s'aspira i la reducció de la demanda energètica. A més, cal adaptar els models arquitectònics a les condicions climàtiques de cada emplaçament.

L'aplicació d'energies renovables als edificis representa un pas més endavant, ja que els edificis no només estalvien energia sinó que fins i tot en produeixen (en forma de calor i electricitat) sense contaminar el medi ambient i a partir de fonts inesgotables.

La tradicional contradicció entre el confort (que representa una gran demanda energètica) i el respecte al medi ambient ha desaparegut gràcies a les noves tecnologies que utilitzen els recursos renovables i que permeten, avui, construir una nova generació d'edificis sostenibles.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Les energies renovables són aquelles que circulen o que es generen a partir de recursos amb cicles curts de renovació, de manera que la seva utilització no en redueix la disponibilitat futura.

Es poden definir cinc grups d'energies renovables actualment en explotació a l'entorn.

Totes provenen de recursos renovables, És a dir, recursos nets. Aquests grans grups són: l'energia solar, l'eòlica, la hidràulica, la biomassa i la geotèrmica.

1.0.2. Consum energètic actual



1.0.2.1. Situació energètica actual mundial

En la majoria de països industrialitzats existeix una xarxa complexa de conduccions i línies que aporten tota l'energia necessària per a la vida quotidiana amb un nivell de confort força elevat (societat del benestar) sense adonar-nos ni del seu origen ni de les conseqüències del seu consum i la seva producció.

Si s'observa el món com un tot, aquest consum desenfrenat i irracional és totalment desigual i desproporcionat (Figura 1.1.). A més, condueix a una insostenibilitat irreversible del planeta.

Aquest plantejament inicial permet arribar a la conclusió que, per tal de preservar el mediambient i afavorir un repartiment més just dels recursos, cal una política d'estalvi energètic i l'ús racional de l'energia.

Els nivells de creixement en el consum energètic assolits en els darrers cinc anys, d'economia expansiva, han demostrat la inviabilitat de la dependència dels combustibles fòssils (Figura 1.2.).

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

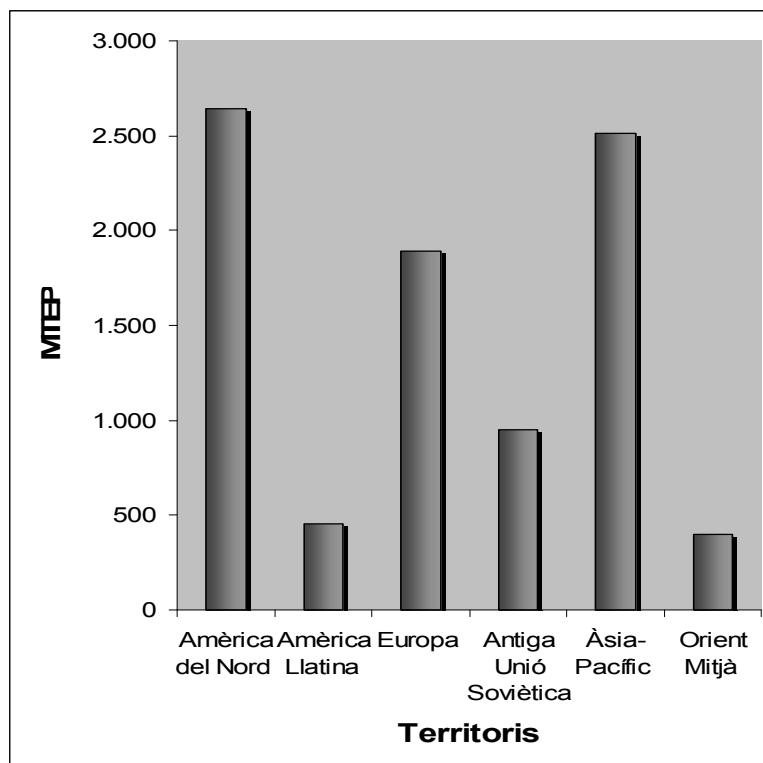


Figura 1.1. Distribució mundial de l'energia l'any 2002

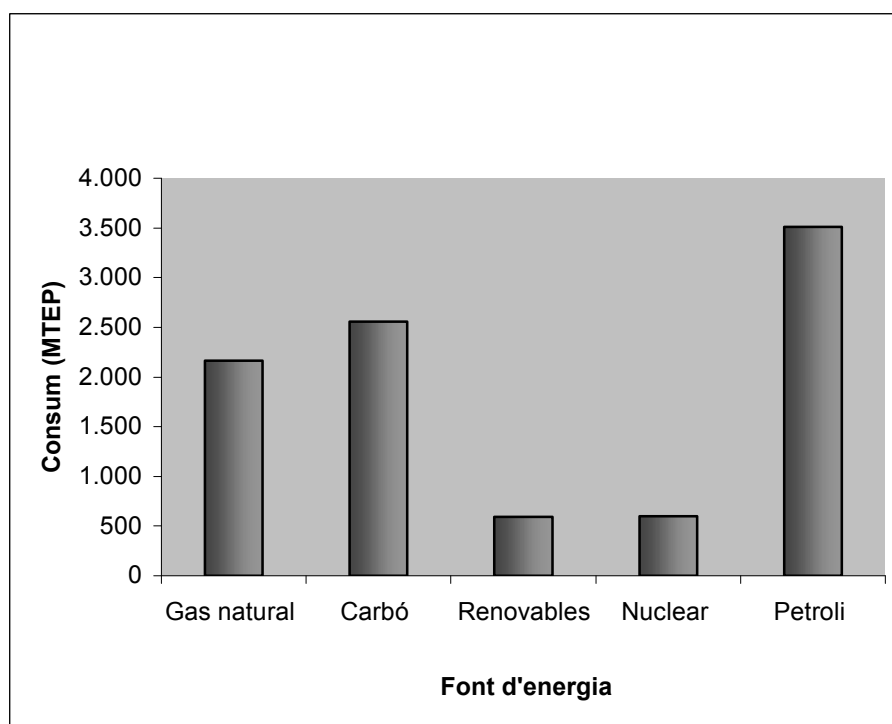




Figura 1.2. Distribució d'energia comercialitzada al món l'any 2002

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Un cop d'ull a l'evolució de cada font energètica demostra que, cada cop més, s'està conformant una nova economia energètica basada en les energies renovables amb capacitat per estabilitzar aquesta situació.

Així, mentre que el consum de carbó en el darrer quinquenni ha disminuït un 1,6% anual i el petroli ha augmentat només un 1,7% anual, l'energia solar fotovoltaica ha augmentat més d'un 30% cada any i l'electricitat generada pel vent ha crescut a un ritme superior al 25% anual (Figura 1.3.).

Si bé encara és minsa l'aportació energètica d'aquestes dues fonts renovables, la tendència és que experimentaran un creixement molt ràpid i que es poden convertir en una peça clau en l'economia energètica mundial durant les properes dècades, especialment la biomassa. Així ho reflecteixen documents com el Llibre Verd de la Unió Europea de 1997 i també queda quantificat en la Directiva europea de 2001 sobre aportació de les energies renovables en la producció d'electricitat als països membres.

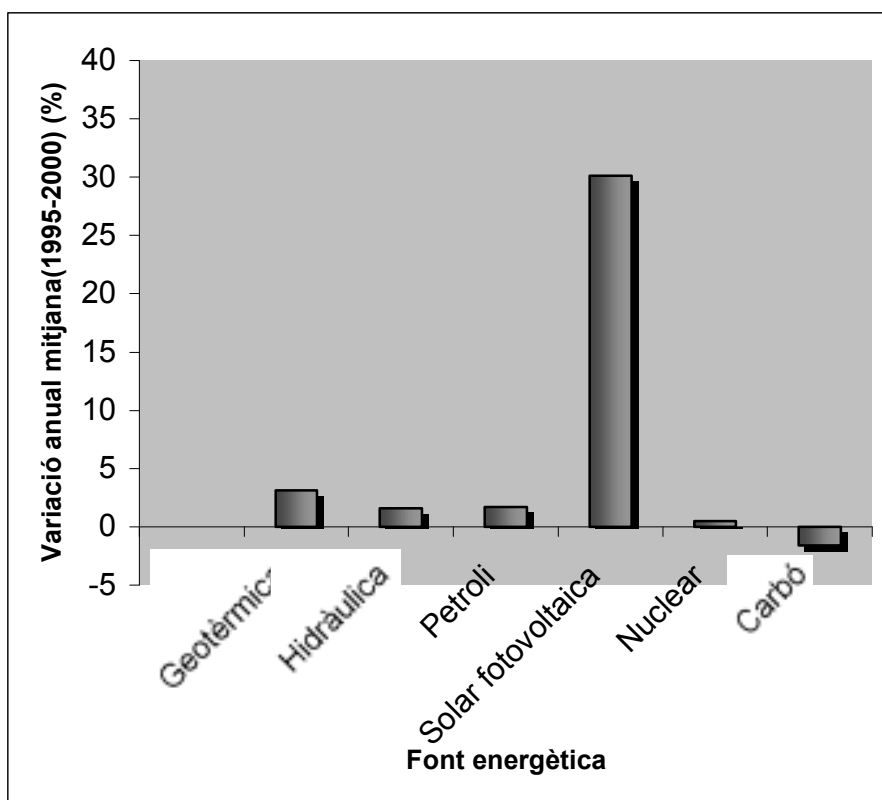




Figura 1.3. Variació anual mitjana 1995-2000 del creixement de les fonts d'energia

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

1.0.3. Energia solar tèrmica de baixa temperatura



Històricament i arreu del món, el Sol ha estat una font fonamental d'energia per a la producció de calor, de manera directa o indirecta. El fonament de l'energia solar tèrmica consisteix en la transformació de la radiació solar en energia calorífica. L'aprofitament tèrmic del Sol es pot realitzar mitjançant sistemes actius i sistemes passius.

Les instal·lacions d'energia solar tèrmica de baixa temperatura, treballen a temperatures inferiors als 100°C, basen el seu funcionament en la captació de l'energia solar i la seva transferència a un sistema d'emmagatzematge que abasta el consum quan és necessari. El principal element del sistema és l'anomenat col·lector o captador solar, encarregat d'absorbir l'energia de la radiació solar i transferir-la a un fluid que s'escalfa.

L'objectiu principal d'aquests sistemes és cobrir part de les necessitats tèrmiques d'un edifici, tant pel que fa a l'aigua calenta sanitària, la calefacció i la refrigeració com a l'escalfament de l'aigua de piscines.

Els darrers anys s'han perfeccionat i simplificat els components i els tipus d'instal·lació emprats i s'han millorat els materials i els elements de control i seguiment del seu funcionament, de tal forma que, ara per ara, es tracta d'una tecnologia viable per a una sèrie molt ampla de situacions, tant en termes econòmics d'amortització en relació a l'ús d'una font d'energia convencional, com en termes de tècnica i d'instal·lació.

No es tracta en general d'instal·lacions dissenyades per cobrir la totalitat de la demanda, sinó que normalment es compta amb un sistema de suport basat en energia convencional, sigui gas natural, electricitat, gas-oil, etc. Això permet el dimensionament de la instal·lació en funció d'una demanda mitja i no de les necessitats màximes d'aportació de calor que es poden donar a l'hivern. Sense un sistema auxiliar de suport que cobreixi les puntes de consum energètic, la superfície de captadors requerida, en els casos extrems de temperatures més baixes, donaria lloc a construccions de grans instal·lacions de difícil amortització, poc aprofitades la majoria del temps. El sistema solar cobreix generalment, doncs, una part de l'aportació energètica, normalment

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

anomenada fracció solar (en %), concepte fonamental a l'hora de dimensionar una instal·lació des del punt de vista de la seva rendibilitat. La fracció solar òptima es determina en funció del cost dels captadors, les previsions d'estalvi i el termini d'amortització de la instal·lació.

1.0.3.1. Principis bàsics de l'energia solar tèrmica.



Evidentment el primer que s'ha de fer és proveir al sistema del nombre suficient de col·lectors per a poder captar l'energia necessària, així mateix s'ha de triar a la inclinació idònia per a aprofitar la màxima quantitat d'energia solar disponible en cada mes.

Alhora que caldrà regular la captació d'aquesta energia perquè realment es converteixi en energia útil. Serà doncs necessari comparar usualment els indicadors de temperatura en els col·lectors i en l'emmagatzematge, així com disposar dels mecanismes automàtics necessaris perquè en el circuit primari s'estableixi o no la circulació del fluid, en funció de si es produeix o no un increment de l'energia útil acumulada. És per això que es fa necessari parlar del concepte de regulació diferencial.

També s'haurà de parar atenció a consumir en primera instància l'energia solar, així, el sistema d'emmagatzematge haurà de treballar de manera que afavoreixi l'ús prioritari de l'energia solar enfront de l'auxiliar i mai al revés. En tot cas cal assegurar la correcta complementació entre l'energia solar i la convencional, és a dir preescalfar tota l'aigua que sigui consumida, i arribar a la temperatura d'ús amb la mínima quantitat d'energia auxiliar.

1.0.3.2. Els captadors solars.



L'element bàsic dels sistemes solars tèrmics és el captador solar. Des dels anys vint s'han anat desenvolupant diversos models de captadors solars per a les aplicacions a baixa temperatura. Els diferents tipus de captadors normalment emprats avui en dia cal

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

distingir-los en funció del fluid que escalfen, captadors solars d'aigua i captadors solars d'aire. Entre els primers, es distingeix fonamentalment entre els captadors plans vitrificats o amb coberta (els més usuals), els captadors plans sense coberta i els captadors solars de buit.

La utilització de captadors plans vitrificats és la més generalitzada, donat que tenen un bon rendiment a temperatures de treball al voltant dels 50°C, sent emprats usualment en l'escalfament de l'aigua calenta sanitària, aigua de piscines i calefacció a baixa temperatura (terra radiant, radiadors sobredimensionats i fan-coils), mentre que els captadors plans sense coberta, més barats però amb rendiments inferiors, es solen utilitzar normalment en l'escalfament d'aigua de piscines. Els captadors de buit tenen un rendiment superior i poden obtenir aigua a alta temperatura, per la qual cosa poden treballar amb els sistemes tradicionals de distribució de calor per a calefacció, com són els radiadors convencionals, alimentats per aigua entre els 80°C i els 90°C. Quan s'utilitza un sistema de calefacció per aire també es poden utilitzar els captadors d'aire que emmagatzemen l'energia tèrmica en un acumulador, com ara un jaç de còdols, i la distribueixen posteriorment en forma d'aire calent, però la seva implantació és difícil donades les grans dimensions dels conductes i de l'acumulador tèrmic.

L'eficiència dels captadors està determinada per la seva corba de rendiment, definida per la relació entre el flux energètic que li arriba, en forma de radiació solar, i l'energia útil que es transmet al fluid. Les empreses subministradores faciliten les corbes de rendiment que permeten avaluar la variació de l'eficiència de cada captador, en funció d'unes condicions donades. El rendiment varia en funció de la insolació, la temperatura ambient, la temperatura del fluid i dels materials propis del captador. Com a idea bàsica, però, cal dir que el rendiment disminueix a mesura que augmenta la diferència de temperatura entre el fluid i l'ambient degut a un augment proporcional de les pèrdues.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

1.0.4. Aplicacions de l'energia solar tèrmica

1.0.4.1. Aigua calenta sanitària



La producció d'aigua calenta sanitària és l'aplicació de l'energia solar que, ara per ara, resulta més rendible. La relativa constància de la demanda d'aigua calenta implica un funcionament continu de la instal·lació al llarg de l'any, la qual cosa permet una amortització més ràpida que en el cas d'aplicacions exclusivament estacionals, tot i que combinant-les s'amortitzen més ràpidament. Normalment la instal·lació es dimensiona per cobrir entre un 50 i un 70% de les necessitats totals anuals.

El tipus de tecnologia emprada (tipus de circuits, elecció de components i manteniment de la instal·lació) així com el dimensionament acurat de la instal·lació (que ha de treballar la major part del temps a ple rendiment), determinaran la seva rendibilitat econòmica i les possibilitats d'integració amb l'edifici. Les instal·lacions poden ser individuals, en cas d'habitatges aïllats, però tenen especial interès en instal·lacions centralitzades per a blocs d'habitatges, càmpings, hotels, pavellons, etc., on resulten més rendibles.

El volum necessari d'aigua calenta sanitària és una paràmetre fonamental a l'hora de dimensionar una instal·lació. Però aquesta dada no és fàcil de determinar.

En un edifici existent, especialment quan es projecta una instal·lació solar col·lectiva d'una certa envergadura, el més indicat seria la col·locació de mesuradors de consum d'aigua calenta durant un temps, al voltant dels tres mesos. Això, que donaria una idea exacta del consum real, i per tant permetria dimensionar la instal·lació solar molt més acuradament, no es fa normalment per raons de manca de temps i previsió.

Una altra manera de calcular aquest paràmetre, la més habitual i a més la única possible en instal·lacions en projectes de nova edificació, és l'estimació d'aquest consum en funció del nombre d'habitants (si és un habitatge) o de la capacitat total i la ocupació al llarg de l'any (si és un hotel, un polisportiu,...).



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

El càlcul del dimensionament de la instal·lació s'estableix sobre la base d'aquest consum d'aigua calenta al llarg de l'any (mesurat o estimat), del nivell de radiació solar a l'emplaçament considerat i d'una sèrie de condicionants econòmics (preu de l'energia a substituir, cost dels captadors,..) i físics (disponibilitat d'espai per la col·locació dels captadors).

1.0.5. Impacte ambiental

El principal avantatge de l'energia solar tèrmica es basa en la seva capacitat per cobrir part de les necessitats energètiques d'un edifici sense utilitzar recursos naturals esgotables, com són els combustibles fòssils. A més, la seva utilització contribueix a evitar el procés d'escalfament de la Terra, produït com a conseqüència directa de l'efecte hivernacle, fenomen accentuat en els últims anys degut a la gran quantitat d'emissions de CO₂ a l'atmosfera a partir de la combustió de fonts energètiques convencionals. A títol d'exemple, la producció de l'aigua calenta sanitària per a una família de quatre persones mitjançant una instal·lació solar tèrmica (amb aproximadament uns 2 m² de col·lector) evitaria l'emissió a l'atmosfera d'una tona de CO₂ cada any. A l'entorn urbà, on la contaminació atmosfèrica es deguda sobre tot a les emissions dels automòbils i a les instal·lacions tèrmiques domèstiques, els beneficis derivats de la utilització de l'energia solar tenen especial rellevància.

La utilització de l'energia solar produeix un impacte mínim i reversible sobre l'entorn immediat i desapareix quan ho fa la pròpia instal·lació. El major impacte és el visual, tot i que es pot reduir i fins i tot anul·lar si el projecte arquitectònic contempla des del seu principi la inclusió d'una instal·lació d'aquestes característiques, aconseguint elements més integrats que, fins i tot, substitueixin els propis elements constructius.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

1.1. OBJECTE DEL PROJECTE.



Aquest projecte té per objecte justificar les condicions tècniques i econòmiques d'una instal·lació de col·lectors solars tèrmics que aprofitaran l'energia irradiada pel Sol per escalfar l'aigua sanitària que s'utilitzarà en una casa unifamiliar. En els dies que no hi hagi suficient radiació solar, dies en que hi hagi núvol o boira, seran dies que els col·lectors no podran aportar l'energia suficient a la demanda de la casa, quan passi això s'utilitzarà la caldera de gasoil existent a la instal·lació actual.

Donat el gran nombre d'habitatges que utilitzen calderes de gasoil o de gas, per escalfar l'aigua que es consumeix en una vivenda unifamiliar, l'objectiu principal d'aquest projecte és dissenyar una instal·lació que permeti l'aprofitament de tot el sistema que hi ha muntat.

Aquest projecte inclourà un estudi de viabilitat econòmica sobre l'estalvi energètic i la inversió inicial realitzada i el temps d'amortització de la mateixa instal·lació.

La utilització de col·lectors solars per a l'aigua calenta sanitària pretén aconseguir un estalvi energètic important i a la vegada reduir les emissions a l'atmosfera de CO₂.

La xarxa de distribució d'aigua calenta sanitària, des del dipòsit d'acumulació fins als punts de consum, no és objecte d'aquest projecte.



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

1.2. ABAST DEL PROJECTE

L'abast del projecte inclou el disseny i el càlcul de les instal·lacions necessàries per realitzar el projecte d'acord amb l'objecte.

No s'inclou l'anàlisi de la instal·lació existent que reparteix el consum d'aigua calenta per tota la vivenda.

No està dins de l'abast del projecte els treballs d'execució ni la direcció de les obres del mateix projecte.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

1.3. ANTECEDENTS.

La disponibilitat de recursos energètics és un dels factors més importants en el desenvolupament dels països. Aquest factor determina la utilització de certs tipus d'energia i conseqüentment la disponibilitat d'aquests recursos. Segons diferents estudis tecnològics l'augment del preu del petroli i derivats pujarà de forma molt ràpida al 2010 coincidint amb una demanda molt forta i poca oferta dels mateixos productes. Per tant la millor opció rau en implantar sistemes que aprofitin les energies renovables ja que en un futur proper el seu ús serà indispensable.

La casa unifamiliar està ubicada a Alpicat (Lleida) i té una superfície de 280 m², que inclouen tots els pisos de la vivenda: planta baixa, planta primera, planta segona i golfes.



La façana d'entrada de la casa està orientada cap al Nord, amb la qual cosa es troba que les altres façanes estan orientades cap al Sud, Est i Oest respectivament.

Tant per raons econòmiques com ecològiques és necessari el desenvolupament de noves tecnologies energètiques menys agressives contra el medi ambient.



Els avantatges d'utilitzar energia solar són molt diversos, el primer i el més important que s'ha de tenir en compte és que el Sol és una energia inesgotable i que no contamina, el segon és que hi ha ajudes del tipus financer que ajuden a la seva implantació ja que la primera inversió inicial acostuma a ser molt forta.

La quantitat d'energia calorífica que es pot obtenir a partir del Sol és molt gran, encara que només es presenti en cicles de dia i de nit i en estacions hivern estiu, s'ha de saber emmagatzemar de forma correcta per utilitzar-la en un moment que existeixi demanda.

En els temps actuals hi comença haver una gran demanda d'enginyers i tècnics qualificats per tal de dissenyar i muntar de forma adequada els equips de captació solar, per tal de que siguin sistemes del tot eficients, per tant la dedicació a aquest tipus

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

d'energia és una gran opció de futur, ja que es perfila com un mercat punter al llarg del segle XXI.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

1.4 NORMES I REFERÈNCIES

La instal·lació solar cal que compleixi les Normes i reglaments que es descriuen a continuació i la reglamentació vigent durant la realització de les obres.

1.4.1 Disposicions legals i normes aplicades

UNE 157001: 2002 Criteris generals per l'elaboració de projectes, i les corresponents normes de consulta interiors.

Normes UNE-EN ISO de dibuix tècnic.

Reglament de les Instal·lacions Tèrmiques als Edificis (RITE) i les seves Instruccions Tècniques Complementaries (ITC).

Codi Tècnic de l'Edificació.



Normes UNE referents als càlculs d'instal·lacions d'ACS i col·lectors solars tèrmics.

Normes UNE i UNESCO referents als materials i dispositius utilitzats.

UNE EN 12975 - 2:2002 Sistemes solars tèrmics i components. Captadors solars. Part 2: Mètodes d'assaig.

Reial Decret Legislatiu 1.302/1986 del 28 de Juny, sobre avaluació del impacte ambiental. (BOE 30-6-86)

Reial Decret del 30 de setembre de 1998. Reglament per l'execució del Reial Decret Legislatiu 1.302/1986, de 28 de juny, d'avaluació d'impacte ambiental.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

1.4.2 Bibliografia

Cabeza, Lluïsa F., *Gestió de sistemes energètics*. Ed. Paperkite. Lleida, 2004.

Cabeza, Lluïsa F., *Producció de l'energia tèrmica*. Ed. Paperkite. Lleida, 2004.

Cabeza, Lluïsa F., *Sistemes de fred i climatització*. Ed. Paperkite. Lleida, 2003.

Jose Agüera Soriano, *Mecánica de fluidos incomprensibles i turbomáquinas hidráulicas*. Editorial Ciencia 3.

De Andrés Rodríguez-Pomatta, J.A., *Calefacción y agua caliente sanitaria*. Ed. A. Madrid Vicente, Ediciones. Madrid, 1991.

Peuser, Felix A. *Sistemas Solares Térmicos. Diseño e Instalación*. Progensa i Solarpraxis.2005

Generalitat de Catalunya. *Atlas de radiació solar a Catalunya*

1.4.3. Programes de càlcul



Microsoft Office Excel 2003: Fulls de càlcul.

1.4.4. Altres referències

Comentarios al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 1998.



Calefacció i A.C.S mitjançant energia solar tèrmica. PFC de David Navas Muñoz

Disseny de la instal·lació de climatització i ACS mitjançant energia solar tèrmica per un habitatge unifamiliar de Lleida. PFC de Marc Piquer Coll.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

World wide web:

- www.idae.es (legislació).
- www.icaen.net (subvencions).
- www.inm.es (informació climatològica).
- www.meteocat.com (informació climatològica).
- www.gencat.net (Atles electrònic de Catalunya)
- www.maps.google.es/ (mapes).
- www.caloryfrio.com (catàlegs d'ACS i energia solar).
- www.energuia.com (ACS i energia solar).
- www.salvadorescoda.com (subministrador de components d'ACS i energia solar).
- www.solahart.com (components d'instal·lacions d'energia solar).
- www.resol.de (fabricant de components d'instal·lacions d'energia solar).
- www.roca-calefaccion.com (fabricant de sistemes de calefacció i energia solar).
- www.codigotecnico.com (normativa)

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



1.5. DEFINICIONS I ABREVIACIONS

1.5.1. Definicions

Per tal de facilitar la seva consulta, l'apartat de definicions s'ha dividit entre els diferents apartats dels annexes.



1.5.1.1. Definicions en el càlcul de l'energia necessària d' ACS.

| | | |
|---------------|-----------------------|--|
| L_{ACS} | [MJ/mes] | Càrrega tèrmica mensual d'escalfament d'ACS. |
| N | [dies] | Dies de cada mes. |
| ρ_{H_2O} | [kg/dm ³] | Densitat de l'aigua. |
| c_{pH_2O} | [J/kg·°C] | Calor específic de l'aigua. |
| T_{xarxa} | [°C] | Temperatura de l'aigua de la xarxa de subministrament. |
| L_{CAL} | [MJ/mes] | Càrrega tèrmica mensual de calefacció |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



1.5.1.2. Definicions en el càlcul de l'energia solar disponible.

| | | |
|-------------|----------------------|--|
| β | [°] | Inclinació de la superfície sobre la que incideix la radiació respecte el pla horitzontal. |
| γ | [°] | Orientació de la superfície estudi respecte l'eix nord-sud de la Terra. |
| Φ | [°] | Latitud geogràfica del lloc d'estudi. |
| n | [dies] | Dia característic del mes que es considera que rep la radiació mitjana. |
| δ | [°] | Declinació solar. |
| ω_s | [°] | Angle de sortida i posta de Sol. |
| \bar{H} | [MJ/m ²] | Radiació solar sobre una superfície horitzontal. |
| \bar{H}_T | [MJ/m ²] | Radiació solar sobre una superfície inclinada un angle β respecte l'horitzontal i orientada un angle γ respecte el sud. |
| \bar{H}_d | [MJ/m ²] | Radiació solar difusa. |
| \bar{K}_T | - | Índex de nuvolositat. |
| ρ | - | Reflectància del sol. |
| N_{hc} | [hr] | Nombre d'hores de Sol en les que la radiació solar incideix sobre una superfície. |
| ω_c | [°] | Angle horari del moment en que els rajos del Sol comencen a incidir sobre una superfície. |
| I_s | [W/m ²] | Irradiació solar mitjana sobre la superfície objecte d'estudi. |
| N_{dm} | [dies/mes] | Nombre de dies de cada mes. |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



1.5.1.3. Definicions en els càlculs de la instal·lació solar.

| | | |
|-----------------------------|------------------------|--|
| ρ | [kg/m ³] | Densitat del fluid caloportador del circuit primari. |
| μ | [Pa·s], [cps] | Viscositat dinàmica del fluid caloportador del circuit primari. |
| ν | [m ² /s] | Viscositat cinemàtica del fluid caloportador del circuit primari. |
| ρ_a | [kg/m ³] | Densitat de l'aigua. |
| G_{fluid} | [kg/s·m ²] | Cabal màssic de fluid caloportador per unitat de superfície col·lectora. |
| C | [L/s] | Cabal volumètric de fluid caloportador. |
| η | - | Rendiment del col·lector solar. |
| T_e | [°C] | Temperatura del fluid a l'entrada del col·lector solar. |
| T_a | [°C] | Temperatura del fluid a la sortida del col·lector solar. |
| F'_R/F_R | - | Factor captador-bescanviador. |
| $F_R \cdot U_L$ | - | Factor de guany del captador. |
| $F_R \cdot (\tau\alpha)$ | [W/°C·m ²] | Coeficient global de pèrdues del captador. |
| $(\dot{m} \cdot c_p)_{min}$ | [W/°C] | Producte mínim del cabal màssic i la capacitat calorífica dels fluids circulants pel primari i secundari |
| T_{ref} | [°C] | Temperatura de referència. |
| A_c | [m ²] | Àrea de captació d'un col·lector |
| V | [L] | Volum d'emmagatzematge. |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



1.5.1.4. Definicions en el càlcul dels vasos d'expansió.

| | | |
|------------|----------------------|---|
| ΔV | [L] | Increment de volum degut a l'expansió tèrmica d'un fluid. |
| V | [L] | Volum de fluid contingut inicialment en la instal·lació. |
| β | [°C ⁻¹] | Coefficient d'expansió volumètrica d'un fluid. |
| β_a | [°C ⁻¹] | Coefficient d'expansió volumètrica de l'aigua. |
| β_p | [°C ⁻¹] | Coefficient d'expansió volumètrica del propilenglicol. |
| d_i | [m] | Diàmetre interior de les canonades. |
| L | [m] | Longitud de les canonades. |
| ρ_1 | [kg/m ³] | Densitat del fluid en el punt 1 del diagrama. |
| ρ_2 | [kg/m ³] | Densitat del fluid en el punt 2 del diagrama. |
| T_1 | [°C] | Temperatura del fluid en el punt 1 del diagrama. |
| T_2 | [°C] | Temperatura del fluid en el punt 2 del diagrama. |
| p_a | - | Fracció d'aigua. |
| p_p | - | Fracció de propilenglicol. |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



1.5.1.5. Definicions en el càlcul de l'aïllament de les canonades.

| | | |
|-----------|----------|---|
| e | [mm] | Espessor mínim d'aïllament. |
| e_{ref} | [mm] | Espessor mínim d'aïllament de referència. |
| d_{ext} | [mm] | Diàmetre exterior de la canonada. |
| k | [W/m·°C] | Conductivitat tèrmica de l'aïllament. |
| k_{ref} | [W/m·°C] | Conductivitat tèrmica de referència de l'aïllament. |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

1.5.1.6. Definicions en el càlcul de les pèrdues de càrrega

| | | |
|-----------------------------|----------------------|---|
| $H_{r \text{ TOTALS}}$ | [mca], [mmca] | Pèrdues de càrrega totals en un circuit tancat. |
| $H_{r \text{ continues}}$ | [mca], [mmca] | Pèrdues de càrrega contínues en un circuit tancat. |
| $H_{r \text{ singulars n}}$ | [mca], [mmca] | Pèrdues de càrrega singulars degudes a vàlvules, colzes, etc. |
| Re | - | Nombre de Reynolds. |
| ρ | [kg/m ³] | Densitat del fluid caloportador del circuit primari. |
| μ | [Pa·s] | Viscositat dinàmica. |
| ν | [m ² /s] | Viscositat cinemàtica. |
| v | [m/s] | Velocitat del fluid dins la canonada. |
| d | [m], [mm], [“] | Diàmetre interior de la canonada. |
| \dot{m} | [kg/s] | Cabal màssic circulant per la canonada. |
| f | - | Coefficient de fricció. |
| ε | [mm] | Rugositat de la canonada. |
| L | [m] | Longitud de la canonada. |
| g | [m/s ²] | Acceleració de la gravetat. |
| L_E | [m] | Longitud equivalent d'un accessori |
| L_{SP} | [m] | Longitud del bescanviador. |
| d_{SP} | [m] | Diàmetre interior del bescanviador. |
| S_B | [m ²] | Superfície de bescanvi del bescanviador. |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

1.5.1.7. Definicions en el càlcul del període de retorn de la instal·lació solar

| | | |
|------------|----------|--|
| $C_{v,i}$ | [€/any] | Cost variable l'any i . |
| C_p | [€/any] | Costos d'operació anuals. |
| f | - | Fracció solar. |
| L_{TOT} | [MJ/any] | Càrrega tèrmica anual de calefacció i ACS de la vivenda. |
| p_e | [€/MJ] | Preu de l'electricitat. |
| r_e | - | Increment anual del cost de l'electricitat. |
| r_d | - | Interès del diner. |
| $C_{va,i}$ | [€/any] | Cost variable actualitzat de l'any i . |
| B_m | [€] | Benefici net obtingut fins a l'any m . |
| C_F | [€] | Inversió inicial de la instal·lació. |

1.5.2 Abreviacions

ACS: Aigua Calenta Sanitària.



EER: *Energy Efficiency Ratio*, Factor de Rendiment Energètic.

ICAEN: Institut Català d'Energia.

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético.

INTA: *Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial*

ITC: *Instrucción Técnica Complementaria*.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

ISO: *International Standards Organization*,. Organització Internacional d'Estandarització.

IVA: Impost sobre el Valor Afegit.

GWP: *Global Warming Potential*, Potencial d'Escalfament Global

NIA: *Normas básicas para las Instalaciones interiores de subministros de Agua*.

ODP: *Ozone Destructuin Potential*, Potencial de Destrucció de l'Ozó.

PER: *Primary Energy Ratio*, Rendiment d'Energia Primària.



PVC: Policlorur de Vinil.

RITE: *Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios*.

TEP: Tona Equivalent de Petroli.

UNE: *Una Norma Española*.

UV: radiació Ultraviolada.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

1.6. REQUISITS DE DISSENY

El projecte a realitzar pretén dissenyar una instal·lació solar tèrmica en una casa del terme municipal d'Alpicat. El primer pas a fer és descriure el tipus d'instal·lació que es desitja i l'espai del que es disposa en la casa. En aquest capítol de la memòria s'exposen els diferents requeriments de disseny del projecte.

1.6.1 Requisits generals del projecte

Cal dissenyar un sistema d'ACS adient per a una vivenda ja construïda, de manera que garanteixi el confort i la qualitat de vida dels ocupants de l'habitatge, i al mateix temps, produir un estalvi anual de combustible que sigui susceptible de compensar la inversió inicial.



La vivenda estarà habitada per 4 persones durant tot l'any, de manera continuada.

La instal·lació complirà amb les lleis i normes vigents.

1.6.2 Descripció arquitectònica general

La casa unifamiliar es troba situada en el terme municipal d'Alpicat (Lleida) amb un clima sec amb temperatures extremes a l'estiu i a l'hivern. Disposa d'una xarxa privada d'aigua potable i està connectada elèctricament a la xarxa.

Donades les característiques de l'emplaçament es va optar per a un tipus d'edificació que donés les màximes condicions de benestar tèrmic a l'estiu i a l'hivern amb diferents finestres situades a la part sud de l'edifici per afavorir l'entrada de claror en els mesos d'hivern i evitar aquesta entrada de llum en els mesos d'estiu, quan el Sol està més alt.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Es té accés a la vivenda per una porta que dona al carrer, que és l'accés principal de la casa. Totes les portes i finestres estan segellades hermèticament per tal de resguardar-se tant de la calor a l'estiu com del fred a l'hivern.

La vivenda en qüestió es divideix en quatre parts: planta baixa, planta primera, planta segona i espai sota coberta.

La planta baixa s'utilitza com a garatge i magatzem, també compta amb un petit rebedor que dona accés mitjançant una escala a la primera planta té una superfície útil d'uns 63,5 m² i és el lloc on s'instal·larà la bomba i el dipòsit d'acumulació.

La planta primera compta amb una superfície de 86,25 m² i en aquesta hi ha la cuina, el menjador, el rebedor, el balcó, la terrassa i el bany.



La planta segona disposa d'una superfície de 81 m² amb espai per quatre dormitoris, i un bany.

L'espai sota coberta, està habilitat com una sala d'estudi o despatx i compta amb una terrassa i una superfície útil total de 49 m².

El conjunt de les quatre plantes suma una superfície de 240 m² utilitzats per la convivència d'una família de cinc membres al llarg de l'any.

1.6.3. Característiques generals de les dependències

En la Taula 1.1. es defineixen les característiques dimensionals de les diferents dependències i l'ús a què estan destinades (com es pot veure en el Plànol 3 i Plànol 4).



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

| Planta | Dependència | Àrea (m ²) | Alçada (m) | Volum (m ³) | Ús |
|--------------------|-------------|------------------------|------------|--------------------------|--------------------------------|
| Planta baixa | Garatge | 56,75 | 2,7 | 153,22 | Pàrking de vehicles i magatzem |
| Planta baixa | Rebedor | 7,35 | 2,7 | 19,84 | Accés cap a les dependències |
| Planta primera | Terrassa | 14,50 | - | - | Zona d'esbarjo |
| Planta primera | Rebedor | 4,50 | 2,7 | 12,15 | Accés cap a les dependències |
| Planta primera | Cuina | 17,25 | 2,7 | 46,57 | Elaborar àpats |
| Planta primera | Balcó | 4,20 | 2,7 | 11,34 | Zona d'esbarjo |
| Planta primera | Menjador | 36,93 | 2,7 | 99,71 | Sala d'estar i menjador |
| Planta primera | Bany | 2,63 | 2,7 | 7,101 | Serveis |
| Planta segona | Balcó | 2,64 | 2,7 | 7,128 | Zona d'esbarjo |
| Planta segona | Bany | 5,00 | 2,7 | 13,5 | Serveis |
| Planta segona | Dormitori 1 | 10,50 | 2,7 | 28,35 | Habitació simple |
| Planta segona | Dormitori 2 | 10,10 | 2,7 | 27,27 | Habitació simple |
| Planta segona | Dormitori 3 | 11,38 | 2,7 | 30,72 | Habitació doble |
| Planta segona | Dormitori 4 | 14,25 | 2,7 | 38,47 | Habitació doble |
| Espai sota coberta | Estudi | 30,88 | 2,7 | 83,37 | Sala d'estudi |
| Espai sota coberta | Terrassa | 11,22 | - | - | Zona d'esbarjo |
| TOTAL | | 240,08 | | 578,77 | |

Taula 1.1. Característiques dimensionals de les dependències.



| Mes | ACS (MJ) |
|--------------|-------------|
| Gener | 911 |
| Febrer | 775 |
| Març | 763 |
| Abril | 668 |
| Maig | 606 |
| Juny | 508 |
| Juliol | 459 |
| Agost | 463 |
| Setembre | 514 |
| Octubre | 670 |
| Novembre | 780 |
| Desembre | 892 |
| TOTAL | 8010 |

Taula 1.2.Energia total mensual d' ACS, en MJ

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Seguidament cal determinar les necessitats d'aigua calenta sanitària al llarg de l'any de la vivenda, veure Taula 1.2.

La Taula 1.2. ha estat calculada mitjançant la bibliografia de L. F.Cabeza, utilitzant la fórmula del consum d'aigua calenta sanitària d'una vivenda familiar (veure apartat 2.1. dels annexes).

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

1.7. ANÀLISI DE SOLUCIONS.

1.7.1 Selecció del sistema d'acumulació.



L'objectiu d'aquest apartat és realitzar un resum que permeti destacar els aspectes més significatius de cadascun dels sistemes d'acumulació, així com els avantatges i inconvenients de cadascun d'ells, per tal de poder seleccionar la solució més adequada per aquest cas.

Els sistema considerat és el que es presenta en la Taula 1.3.(el tipus de sistema triat és l'únic que s'adapta a les especificacions d'aquest projecte, per la qual cosa els altres tipus ja no s'han valorat)

| Tipus sistema d'acumulador | Avantatges | Inconvenients |
|-----------------------------------|--|---|
| <i>Acumuladors combinats</i> | <p>Tenen un cost més reduït</p> <p>Simplifica la construcció i el control de les instal·lacions</p> <p>Redueix l'espai i el cost de muntatge</p> | <p>Alt cost de manteniment</p> <p>Integració d'una vàlvula termostàtica per evitar risc de cremades</p> |

Taula 1.3. Avantatges i inconvenients del sistema acumulador triat.

Per decisió dels promotors i propietaris de la vivenda, pel fet de disposar d'espai suficient i per garantir la higiene de l'aigua sanitària i els possibles riscos d'accidents, s'escolleix l'opció d'un sol acumulador com a sistema d'acumulació.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

1.7.2. Selecció del col·lector solar

Dins dels col·lectors d'energia solar tèrmica es troben dos grans grups ben diferenciats, els que permeten elevar la temperatura del sistema fins a temperatures de 120°C (baixa temperatura), principalment els captadors plans, els col·lectors amb tubs de buit i els col·lectors de polipropilè i aquells que permeten elevar la temperatura fins a 250°C (mitja temperatura), els col·lectors de concentració. En aquest projecte es parlarà dels col·lectors de baixa temperatura.



1.7.2.1. El col·lector pla

El col·lector pla és el nucli de qualsevol sistema d'aprofitament tèrmic a baixa temperatura de l'energia solar. El funcionament d'aquest col·lector és molt senzill, està basat en l'efecte hivernacle, la major part de la radiació solar incident sobre ell, és absorbida per una superfície.

Part d'aquesta energia absorbida, es transforma en energia tèrmica i es transfereix a un fluid que circula a través del col·lector, mentre que l'altra es perd (veure Figura 1.4.). Aquesta energia aprofitada s'anomena energia útil del col·lector, i és emmagatzemada o utilitzada directament, segons les necessitats.

Les parts fonamentals del panell solar pla són (veure Figura.1.5.).

- **Carcassa:** és l'element que suporta la resta dels elements i dona rigidés i estanqueïtat. Encara que pot ser de plàstic, normalment és metàl·lica.
- **Junta d'estanqueïtat:** permet l'estanqueïtat del captador en relació amb la coberta i la carcassa, i són de cautxú o silicona
- **Coberta transparent:** la placa absorbent, a l'incrementar la seva temperatura, emet radiació infraroja. La finalitat de la coberta, posada al damunt de la placa

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

absorbent, és reduir les pèrdues energètiques produïdes per aquesta radiació. És important que la coberta sigui opaca a la radiació infraroja i transparent a la radiació solar. El material que s'utilitza més per la seva fabricació és el vidre. També es solen utilitzar cobertes de plàstic, degut a que són més econòmiques.

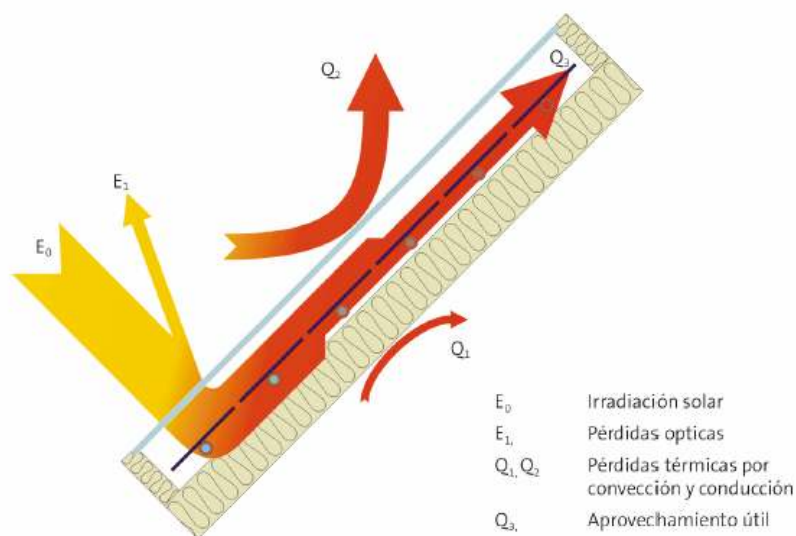


Figura 1.4. Aprofitament de la captació solar tèrmica

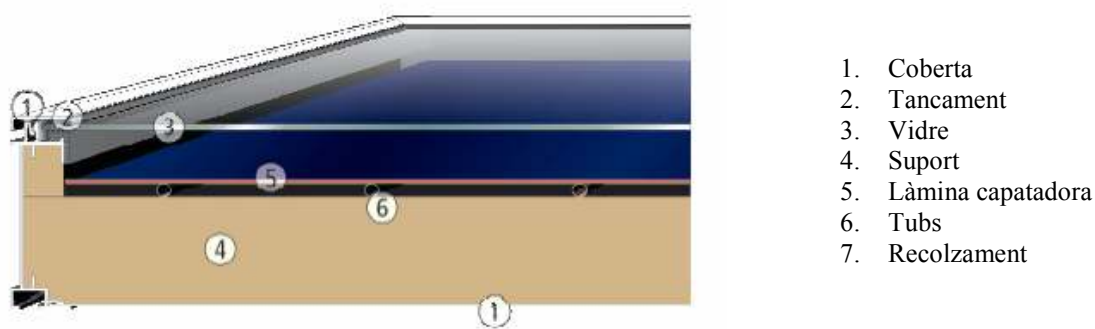




Figura1.5. Parts d'un col·lector pla



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

- **Aïllant:** en el fons i en les parets laterals del panell, es posa aïllant tèrmic, per reduir les pèrdues de calor. En la part superior del col·lector es col·loquen una o més cobertes transparents amb aire entre elles, que actuen com a aïllant.
- **Superfície o placa absorbent:** la seva finalitat és la de captar la major part de la radiació solar possible i transmetre-la posteriorment en forma d'energia tèrmica al fluid que circula pel panell. És important que aquesta superfície absorbent estigui pintada de color negre o amb pintura selectiva.
- **Conductes o tubs:** pels conductes o pels tubs hi circula el fluid al que es transfereix l'energia absorbida per la placa. S'utilitzen conductes en el cas de que el fluid sigui aire, i tubs si és líquid. El fluid més utilitzat és l'aigua. En les zones on les temperatures poden baixar dels 0°C, és important posar una mescla d'anticongelant-aigua, per evitar la congelació.

Les seves principals aplicacions són per produir aigua calenta sanitària (ACS) i calefacció.

1.7.2.2. Col·lector amb tubs de buit

Aquests col·lectors es componen d'un conjunt de tubs de buit cada un dels quals conté un absorbidor, el qual aspira/recull l'energia del Sol i la transfereix a un fluid caloportador. Gràcies a les propietats aïllants del buit, les pèrdues de calor són mínimes, ja que s'elimina la transferència de calor per convecció. Amb aquest sistema es poden assolir temperatures de treball superiors a la dels col·lectors plans, per damunt dels 100°C (veure Figura 1.6.).

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

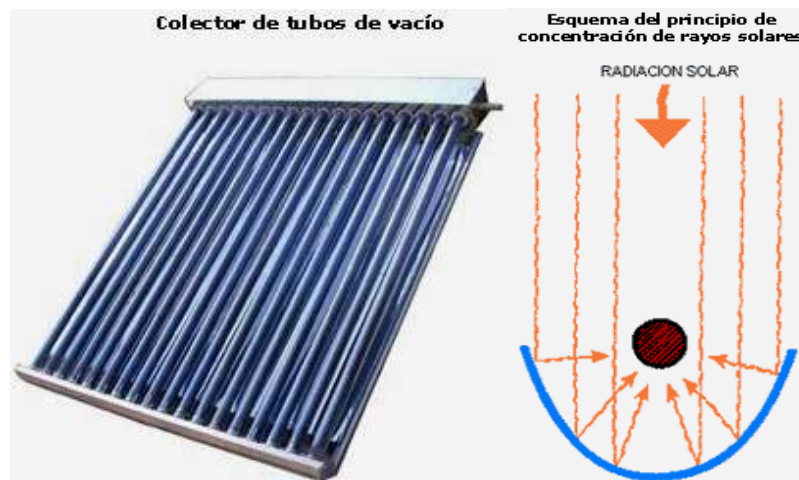




Figura 1.6. Col·lector solar de buit i el seu principi de funcionament.

El seu funcionament es basa en el principi de concentració. Requereix una superfície reflectant corba on rebre la radiació; per efecte d'aquesta curvatura els rajos són projectats cap a la part central del col·lector on es concentren i arriben a una temperatura elevada.

Les seves aplicacions més importants són l'escalfament d'ACS i la calefacció d'edificis a temperatures altes. L'inconvenient d'aquest tipus de col·lectors és el seu cost elevat i el seu complicat manteniment, per això no tenen molta acceptació en el mercat.

1.7.2.3. Col·lector sense coberta o de polipropilè

Els panells estan formats per un material absorbidor de polipropilè per dins dels quals circula la mateixa aigua de la piscina impulsada per una bomba, la qual recull la calor emesa per la radiació solar. Necessiten un manteniment mínim, no hi ha risc de corrosió i són fàcils d'instal·lar (veure Figura 1.7.).

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Cal tenir en compte que la temperatura màxima a la que pot treballar aquest tipus de col·lector és de 50° C per això la seva aplicació més important és la climatització de piscines tant a l'interior com a l'exterior, tot i que a l'exterior són considerablement més efectius. S'amortitza ràpidament l'inversió al perllongar el període d'utilització de la piscina. Aquesta és la instal·lació on aconseguim més rendiment amb l'energia solar tèrmica, arribant a rendiments superiors al 80%.

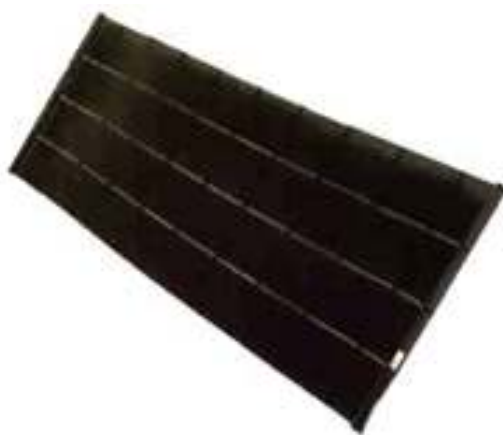




Figura 1.7. Col·lector de polipropilè

Tenen una vida útil molt llarga i la seva instal·lació és barata i senzilla mitjançant canonades de PVC (clorur de polivinil). Admeten un gran cabal de circulació, tenen un òptim rendiment a baixa temperatura, permeten la circulació directa de l'aigua de la piscina sense afectar-los-hi l'acció del clor, al·gicides, bactericides i altres productes pel tractament de l'aigua.

1.7.3. Selecció del tipus de col·lector.



L'objectiu d'aquest apartat és realitzar un resum que permeti destacar els aspectes més significatius de cadascun dels sistemes de calefacció, així com els avantatges i

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

inconvenients de cadascun d'ells, per tal de poder seleccionar la solució més adequada per aquest cas (veure Taula 1.4.).

| Tipus de col·lector | Avantatges | Inconvenients |
|---------------------------------------|---|--|
| <i>Pla o amb coberta</i> | Són els més utilitzats, cosa que garanteix un gran coneixement per part dels instal·ladors Temperatures bastant elevades Pèrdues acceptables per a temperatures ambient baixes | Risc de corrosió Cost intermedi (buit-sense coberta) Necessiten manteniment |
| <i>De buit</i> | Pèrdues mínimes fins i tot amb temperatures ambient molt baixes Temperatures elevades | Risc de corrosió Tenen el cost més elevat Problemes per mantenir el buit dins la caixa |
| <i>De polipropilè o sense coberta</i> | Tenen el cost més baix Rendiments elevats per temperatures ambient similars a les del fluid Baix cost de manteniment i vida útil molt llarga No hi ha risc de corrosió i fàcils d'instal·lar | Salts tèrmics d'aigua més petits Grans pèrdues si la temperatura del fluid difereix molt de la de l'ambient |

Taula 1.4. Avantatges i inconvenients dels col·lectors

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Es pot concloure que el col·lector que més encaixa en les necessitats del projecte és el pla o amb coberta, ja que el amb un cost intermedi s'arriba a temperatures de treball elevades i les seves pèrdues per a temperatures ambient baixes son acceptables.

1.7.4. Selecció del tipus de col·lector pla.

En aquest apartat es pretén seleccionar el col·lector solar que proporcioni les millor condicions tècniques i econòmiques. En primer lloc, es defineix el rendiment tèrmic d'un col·lector solar pla amb la següent expressió:

$$\eta = \frac{Q_{\text{útil}}}{I_s \cdot A_c} \quad \text{Eq. 1.1.}$$

On:

$Q_{\text{útil}}$ és la potència tèrmica que el col·lector transmet al fluid caloportador, en W.

I_s és la irradiació solar mitjana sobre la superfície del col·lector, en W/m^2 .

A_c és la superfície útil del col·lector, en m^2 .

l rendiment d'un col·lector solar es calcula mitjançant l'equació, que és característica de cada col·lector:

$$\eta = a - b \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s} \quad \text{Eq. 1.2.}$$



On:

a és el factor de guany, adimensional.

b és el coeficient global de pèrdues, en $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

T_e és la temperatura d'entrada del fluid caloportador, en $^\circ\text{C}$.

T_a és la temperatura mitjana durant les hores de Sol, en $^\circ\text{C}$.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

Hi ha fabricants que expressen el rendiment en funció de la temperatura mitjana del fluid caloportador (T_m) en lloc de en funció de (T_e):

$$\eta = a' - b' \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s} \quad \text{Eq. 1.3.}$$

Per alguns càlculs posteriors, interessa tenir el rendiment en funció de T_e i no de T_m . Per corregir els valors de $F_R \cdot U_L$ i de $F_R \cdot (\tau\alpha)$, s'utilitzen les expressions següents:

$$(F_R \cdot U_L)_{\text{corregit}} = K (F_R \cdot U_L) \quad \text{Eq. 1.4.}$$

$$(F_R \cdot (\tau\alpha))_{\text{corregit}} = K (F_R \cdot (\tau\alpha)) \quad \text{Eq. 1.5.}$$

On el factor K es calcula de la següent manera:

$$K = \frac{G_{\text{fluid}} \cdot c_p}{G_{\text{fluid}} \cdot c_p - \left(\frac{\text{pendent}}{2} \right)} \quad \text{Eq. 1.6.}$$

On:

G_{fluid} és el cabal màssic de fluid caloportador del primari, en $\text{kg/s} \cdot \text{m}^2$.

c_p és el calor específic del fluid caloportador, en $\text{J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$.



La variable que es tindrà en compte per escollir el captador solar serà el que es defineix com rati cost/potència útil (R), amb la següent expressió:

$$R = \frac{p_c}{Q_{\text{útil}}} = \frac{p_c}{\eta \cdot I_s \cdot A_c} \quad \text{Eq 1.7.}$$

On:

R és el rati cost/potència útil, en €/W .

p_c és el cost d'un col·lector, en € .

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

S'han considerat 8 col·lectors plans disponibles en el mercat, les característiques dels quals es poden veure a la Taula 1.5.



| Col·lector | Equació de rendiment | Ac (m ²) | Cost (€) |
|-------------------------|---|----------------------|----------|
| Solahart. Mod "L" | $\eta = 0,7023 - 6,835 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$ | 1,80 | 442 |
| Solahart. Mod "M" | $\eta = 0,73 - 4,9 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$ | 1,80 | 493 |
| Solahart.Oyster.Mo | $\eta = 0,66 - 4,5 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$ | 1,87 | 541 |
| Roca PS | $\eta = 0,796 - 3,913 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$ | 1,78 | 483 |
| Termicol T 105 | $\eta = 0,78 - 7,8 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$ | 2,00 | 450 |
| Termicol T 130 S | $\eta = 0,67 - 4,2 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$ | 2,60 | 590 |
| Promasol Mod.Titanio.V1 | $\eta = 0,74 - 4,9 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$ | 1,85 | 458,04 |
| Saunier Duval S 8 V | $\eta = 0,711 - 6,47 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$ | 2,00 | 572 |

Taula 1.5. Característiques dels col·lectors solars plans considerats.

El valor de G_{fluid} és de $1,4364 \cdot 10^{-2} \text{ kg/s} \cdot \text{m}^2$ (veure Taula 2.14.). Les rectes de rendiment dels col·lectors que calia corregir es mostren a la Taula 1.6.

| Col·lector | Rendiment en funció de T_m | K | Rendiment en funció de T_e |
|---------------------|--|---------|--|
| Roca PS | $\eta = 0,796 - 3,913 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$ | 1,00713 | $\eta = 0,802 - 3,941 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$ |
| Saunier Duval S 8 V | $\eta = 0,711 - 6,47 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$ | 1,00640 | $\eta = 0,715 - 6,511 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$ |

Taula 1.6. Correcció de la recta de rendiment d'alguns col·lectors.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

On:

El valor de I_s s'ha obtingut dels càlculs (veure apartat 2.1.3).



T_a s'ha extret del llibre "Producció de l'energia Tèrmica" de la Dra.Lluïsa F. Cabeza.

S'ha estimat el valor de T_e en 55°C, encara que a la instal·lació final difereixi lleugerament.

Es poden veure els valors considerats en la Taula 1.7.

| Mes | I_s (W/m ²) | T_a (°C) | T_e (°C) |
|----------|---------------------------|------------|------------|
| Gener | 630,40 | 5 | 55 |
| Febrer | 766,94 | 6 | 55 |
| Març | 707,10 | 8 | 55 |
| Abril | 690,36 | 10 | 55 |
| Maig | 678,10 | 11 | 55 |
| Juny | 626,89 | 12 | 55 |
| Juliol | 578,50 | 13 | 55 |
| Agost | 609,10 | 12 | 55 |
| Setembre | 632,65 | 11 | 55 |
| Octubre | 657,85 | 10 | 55 |
| Novembre | 515,28 | 8 | 55 |
| Desembre | 475,49 | 5 | 55 |



Taula 1.7. Dades de partida per a la selecció del col·lector solar.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Finalment, els resultats dels càlculs del rendiment i del rati cost/potència útil (R), es poden veure de la Taula 1.8. a la Taula 1.15. i a la Figura 1.8 i la Figura 1.9. es pot visualitzar quin és el col·lector que resulta més efectiu i més econòmic a l'hora de muntar la instal·lació.



| Mes | Rendiment % | Rati (€/W) |
|------------|--------------------|-------------------|
| Gener | 31,29 | 0,894 |
| Febrer | 35,99 | 0,698 |
| Març | 28,07 | 1,148 |
| Abril | 21,40 | 1,822 |
| Maig | 15,57 | 2,866 |
| Juny | 9,24 | 5,514 |
| Juliol | 9,15 | 5,710 |
| Agost | 14,62 | 3,178 |
| Setembre | 23,11 | 1,665 |
| Octubre | 30,76 | 1,025 |
| Novembre | 22,57 | 1,614 |
| Desembre | 16,88 | 2,271 |

Taula 1.8. Resultats dels càlculs pel col·lector Solahart "L".

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



| Mes | Rendiment % | Rati (€/W) |
|------------|--------------------|-------------------|
| Gener | 45,08 | 0,692 |
| Febrer | 48,45 | 0,578 |
| Març | 42,77 | 0,840 |
| Abril | 37,99 | 1,144 |
| Maig | 33,81 | 1,472 |
| Juny | 29,28 | 1,941 |
| Juliol | 29,21 | 1,995 |
| Agost | 33,13 | 1,564 |
| Setembre | 39,22 | 1,094 |
| Octubre | 44,70 | 0,786 |
| Novembre | 38,83 | 1,047 |
| Desembre | 34,76 | 1,230 |

Taula 1.9. Resultats dels càlculs pel col·lector Solahart "M".

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



| Mes | Rendiment % | Rati (€/W) |
|------------|--------------------|-------------------|
| Gener | 40,36 | 0,817 |
| Febrer | 43,45 | 0,681 |
| Març | 38,24 | 0,993 |
| Abril | 33,85 | 1,357 |
| Maig | 30,01 | 1,752 |
| Juny | 25,85 | 2,322 |
| Juliol | 25,78 | 2,387 |
| Agost | 29,39 | 1,863 |
| Setembre | 34,98 | 1,296 |
| Octubre | 40,01 | 0,928 |
| Novembre | 34,62 | 1,240 |
| Desembre | 30,88 | 1,462 |

Taula1.10. Resultats dels càlculs pel col·lector Solahart Oyster Mo.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



| Mes | Rendiment % | Rati (€/W) |
|------------|--------------------|-------------------|
| Gener | 57,75 | 0,535 |
| Febrer | 60,45 | 0,459 |
| Març | 55,89 | 0,637 |
| Abril | 52,05 | 0,828 |
| Maig | 48,68 | 1,013 |
| Juny | 45,04 | 1,250 |
| Juliol | 44,98 | 1,284 |
| Agost | 48,14 | 1,067 |
| Setembre | 53,03 | 0,802 |
| Octubre | 57,44 | 0,606 |
| Novembre | 52,72 | 0,764 |
| Desembre | 49,44 | 0,857 |

Taula 1.11. Resultats dels càlculs pel col·lector Roca PS.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



| Mes | Rendiment % | Rati (€/W) |
|------------|--------------------|-------------------|
| Gener | 33,56 | 0,764 |
| Febrer | 35,99 | 0,639 |
| Març | 28,07 | 1,052 |
| Abril | 21,40 | 1,669 |
| Maig | 15,57 | 2,627 |
| Juny | 9,24 | 5,051 |
| Juliol | 9,15 | 5,234 |
| Agost | 14,62 | 2,912 |
| Setembre | 23,11 | 1,526 |
| Octubre | 30,76 | 0,939 |
| Novembre | 22,57 | 1,479 |
| Desembre | 16,88 | 2,080 |

Taula 1.12. Resultats dels càlculs pel col·lector Termicol T105.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



| Mes | Rendiment % | Rati (€/W) |
|------------|--------------------|-------------------|
| Gener | 43,07 | 0,600 |
| Febrer | 45,96 | 0,505 |
| Març | 41,09 | 0,725 |
| Abril | 37,00 | 0,974 |
| Maig | 33,41 | 1,234 |
| Juny | 29,52 | 1,595 |
| Juliol | 29,47 | 1,639 |
| Agost | 32,83 | 1,308 |
| Setembre | 38,04 | 0,935 |
| Octubre | 42,74 | 0,681 |
| Novembre | 37,71 | 0,893 |
| Desembre | 34,22 | 1,035 |

Taula 1.13. Resultats dels càlculs pel col·lector Termicol T130 S.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

| Mes | Rendiment % | Rati (€/W) |
|------------|--------------------|-------------------|
| Gener | 46,08 | 0,612 |
| Febrer | 49,45 | 0,512 |
| Març | 43,77 | 0,742 |
| Abril | 38,99 | 1,008 |
| Maig | 34,81 | 1,293 |
| Juny | 30,28 | 1,697 |
| Juliol | 30,21 | 1,744 |
| Agost | 34,13 | 1,372 |
| Setembre | 40,22 | 0,965 |
| Octubre | 45,70 | 0,695 |
| Novembre | 39,83 | 0,922 |
| Desembre | 35,76 | 1,081 |

Taula 1.14. Resultats dels càlculs pel col·lector Promasol Mod.Titanio.V1

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

| Mes | Rendiment % | Rati (€/W) |
|----------|-------------|------------|
| Gener | 34,40 | 0,947 |
| Febrer | 38,88 | 0,752 |
| Març | 31,34 | 1,198 |
| Abril | 24,99 | 1,817 |
| Maig | 19,43 | 2,675 |
| Juny | 13,40 | 4,427 |
| Juliol | 13,31 | 4,571 |
| Agost | 18,53 | 2,921 |
| Setembre | 26,61 | 1,684 |
| Octubre | 33,90 | 1,083 |
| Novembre | 26,09 | 1,626 |
| Desembre | 20,68 | 2,158 |

Taula 1.15. Resultats dels càlculs pel col·lector Saunier Duval S 8 V.

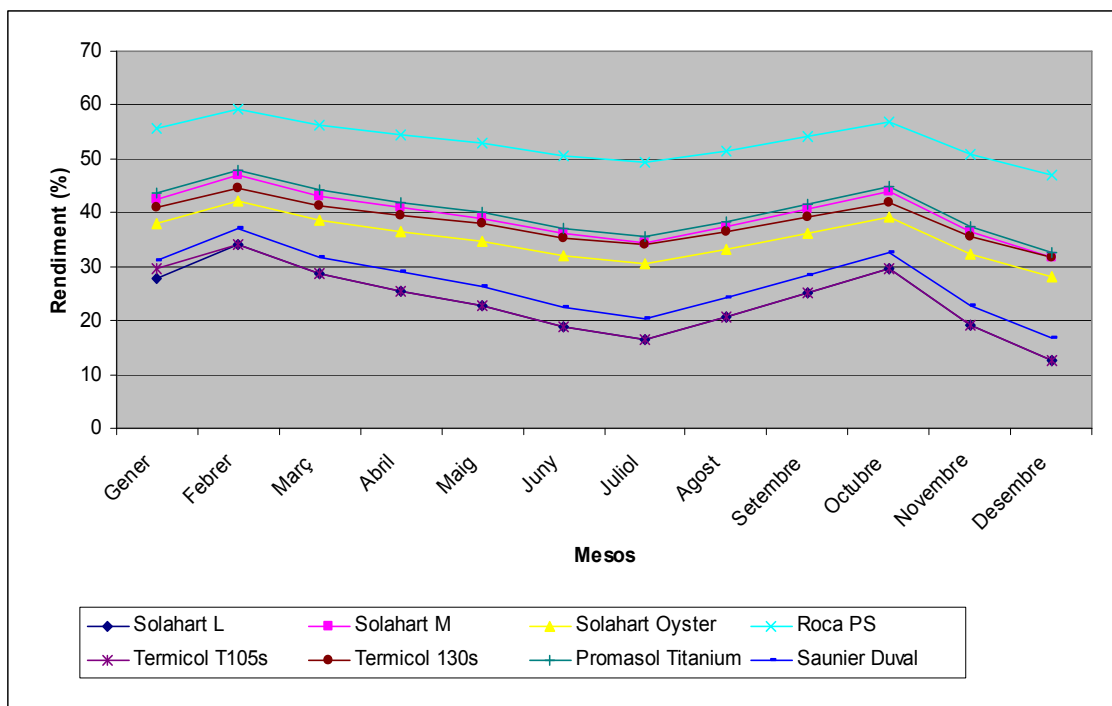




Figura 1.8. Rendiment dels diferents col·lectors durant els mesos l'any

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

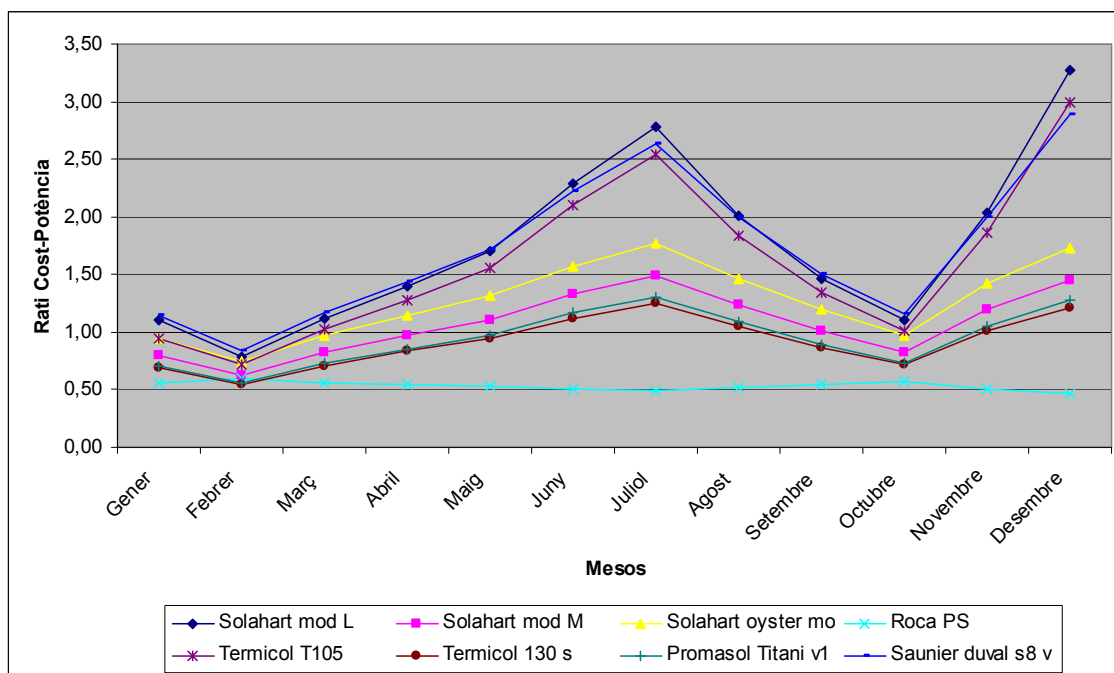




Figura 1.9. Gràfic rati Cost-Potència dels col·lectors al llarg de l'any

Tenint en compte els resultats, els col·lectors Termicol T130s, Promasol Titani v1 i Roca PS són els que presenten els valors de R més baix combinat amb el rendiment més alt. Per aquest projecte es selecciona el col·lector Roca PS per ser instal·lat, ja que és el que té el menor preu de cost.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

1.8. DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ

1.8.1 Descripció general de la instal·lació

Es tracta d'un sistema d'ACS mitjançant energia solar tèrmica.

La instal·lació constarà, bàsicament de dos circuits: el primari i el secundari (veure Plànol 8).



Pel circuit primari hi circularà la mescla anticongelant que escalfarà l'aigua del tanc d'ACS, mitjançant els bescanviadors de calor.

El segon circuit tancat contindrà aigua emmagatzemada en un dipòsit d'acumulació, en el qual hi haurà un serpentí com a bescanviador d'escalfor. Per la sortida s'impulsarà l'aigua cap al circuit de consum.

L'aigua freda de la xarxa s'introduirà al tanc d'ACS, on serà escalfada gràcies a l'aportació energètica dels col·lectors solars mitjançant un serpentí. En cas que l'aportació de la instal·lació solar sigui insuficient i la temperatura en la part superior del dipòsit no sigui lo suficientment alta, entrarà en funcionament la resistència elèctrica de dins del dipòsit d'ACS, per tal d'aconseguir la temperatura necessària. L'aigua calenta sortirà del tanc per tal d'arribar als punts de consum repartits per la vivenda. Les instal·lacions, excepte els col·lectors solars, s'ubicaran al garatge-magatzem a sala de màquines concretament.

S'han establert 2 zones d'acord amb les funcions dels diferents elements que integren la instal·lació:

- **Zona 1:** està formada pel conjunt de col·lectors solars i les seves connexions amb la bomba de circulació del circuit primari, el serpentí del dipòsit d'ACS, així com tota la instrumentació i valvuleria necessària del circuit primari.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

- **Zona 2:** formen part d'aquest grup el dipòsit acumulador d'ACS i les vàlvules i elements necessaris per tal que l'aigua freda entri en condicions al tanc d'ACS.

S'ha elaborat una nomenclatura per tal d'identificar cadascun dels elements que intervenen en el sistema. La codificació i el seu significat es mostren a la Taula 1.16.



| CODI | Element | CODI | Element |
|-------------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| BH | Bomba de circulació | PU | Purgador d'aire dels col·lectors |
| CR | Centraleta de regulació | SR | Sensor de radiació solar |
| CS | Col·lector solar | ST | Sonda de temperatura |
| DA | Dipòsit acumulador | VA | Vàlvula antiretorn |
| DT | Detentor | VE | Vàlvula d'equilibrat |
| ET | Electrovàlvula de tres vies | VR | Vàlvula reductora de pressió |
| FT | Filtre | VS | Vàlvula de seguretat |
| MN | Manòmetre | VT | Vàlvula de tall |
| VX | Vas d'expansió | | |

Taula 1.16. Nomenclatura dels diferents elements que intervenen en la instal·lació.

1.8.2. Descripció de la zona 1

L'objectiu dels elements de la zona 1 és aprofitar al màxim l'energia solar que arriba als col·lectors. Això s'aconsegueix mitjançant un circuit tancat per on hi flueix una barreja d'aigua amb anticongelant.

El fluid caloportador s'impulsa amb una bomba de circulació fins als col·lectors solars, on la temperatura d'aquest augmentarà degut a la transmissió d'energia calorífica. Un cop calent el fluid passarà pel serpentí del tanc d'ACS. Els elements de regulació de la zona 1 actuaran de manera que s'aprofiti al màxim l'energia solar i no es produeixin sobrepressions o temperatures excessivament elevades en el fluid.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



El llistat d'elements presents als plànols inclosos dins la zona 1 es pot veure a la Taula 1.17.

| CODI | Element |
|---------------|---------------------------------------|
| CS-1 | Col·lector solar |
| VE-01 | Vàlvula d'equilibrat del col·lector |
| BH-01 | Bomba de circulació |
| FT-01 | Filtre de l'aspiració de la bomba |
| VT-01 a VT-12 | Vàlvules de tall |
| VA-01 i VA-02 | Vàlvules antiretorn |
| VX-01 | Vas d'expansió |
| CR-01 | Centraleta de regulació solar |
| SR-01 | Sensor d'irradiació solar |
| ST-01 | Sonda de temperatura del retorn solar |
| ET-01 | Electrovàlvula de tres vies |
| MN-01 a MN-03 | Manòmetres d'agulla |
| VS-01 | Vàlvula de seguretat |
| PU-01 | Purgador automàtic |

Taula 1.17. Llistat d'elements de la zona 1.

1.8.2.1. Característiques dels col·lectors solars

Els col·lectors seran tots de la mateixa marca comercial i model: Roca PS. Ja que aquest tipus de col·lector dona un gran rendiment i és un dels més econòmics del mercat. Aquest és un col·lector pla de tipus selectiu. Les característiques principals del col·lector Roca PS es poden veure a la Taula 1.18

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

| | |
|----------------------------------|--|
| Corba de rendiment | $\eta = 0,801 - 3,939 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$ |
| Superfície total | 2,09 m ² |
| Superfície útil | 1,78 m ² |
| Pressió màxima de treball | 1.000 kPa |
| Tractament selectiu | “Brillanta” crom-carboni |
| Absortància | 92,5 – 97,5% |
| Emitància | 3,5 – 6,5% |
| Connexions | Cu Ø 22 x 0,8 |



Taula 1.18. Característiques principals del col·lector Roca PS.

Nombre de col·lectors

El nombre de col·lectors instal·lats serà 1, degut a que amb la superfície de 1,70 m² que té un sol col·lector de la marca i model Roca PS, la irradiació solar que s'obté en els diferents mesos de l'any i el rendiment calculat del mateix col·lector es pot garantir el de les necessitats energètiques. El col·lector s'identificarà mitjançant el codi CS-1. Les dimensions del col·lector es pot veure al Plànol 10.

S'instal·larà a la teulada de l'habitatge, en la vessant sud (veure Plànol n. 6 i Plànol n.7). La inclinació respecte la horitzontal serà de 45°, que és la que proporciona la màxima energia solar al llarg de tot l'any (veure càlculs en l'apartat 2.1.3. de l'annex).

La inclinació compleix amb el RITE, exactament amb la ITE 10.1, on s'estableix que la inclinació dels panells ha d'estar entre la latitud de l'emplaçament (en graus) i la latitud de l'emplaçament ± 10°. La latitud a la ciutat de Lleida és de 41,62°, de manera que la inclinació dels col·lectors ha d'estar compresa entre 31,62° i 51,62°, condició que es compleix. La ITE 10.1 del RITE també estableix que els panells han d'estar

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

orientats al Sud amb una desviació màxima de $\pm 25^\circ$, com que la façana de la casa està orientada totalment al Sud, aquesta condició es compleix.

Com que en aquesta instal·lació es pretén cobrir el 100 % de les necessitats energètiques caldrà instal·lar un dissipador per tal de d'eliminar l'excés d'energia en els mesos que la radiació solar sigui superior al consum (en els mesos d'estiu), per tal de complir amb el codi tècnic de l'edificació.

Subjecció

Per tal de subjectar el col·lector i permetre la seva inclinació a la teulada, aquest es muntarà sobre estructura metàl·lica especial, que es dissenyarà per aquest col·lector, (aquesta estructura no és objecte del projecte) perquè la casa Roca només ofereix suports per 2 i 3 col·lectors, i en aquest cas no en disposa per a un de sol.



S'instal·laran amb una inclinació de 25° respecte la teulada, ja que és la diferència entre la inclinació dels col·lectors respecte la horitzontal (45°) i la inclinació de la teulada (20°).

Connexió

El col·lector es connectarà mitjançant el retorn invertit, per tal d'equilibrar-lo hidràulicament. Per equilibrar el col·lector s'instal·larà una vàlvula d'equilibrat en la canonada de retorn, amb els codi VE-01. És de la casa comercial Tour & Andersson, model STAD-25.

Fluid caloportador

Les dues substàncies més utilitzades per evitar que el fluid que circula pels col·lectors es congeli en cas que la temperatura exterior baixi dels 0°C són l'etilenglicol i el

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

propilenglicol. Tenint en compte que el segon és pràcticament innocu per a la salut humana, aquest serà el líquid emprat.

Cabal circulant

El cabal circulant serà de 1,4 L/s per cada 100 m² de superfície de captació ja que el RITE a la ITE 10.1 especifica que ha d'estar comprés entre 1,2 i 1,6 L/s per cada 100 m².

Com que la densitat del fluid caloportador és de 1.026 kg/m³, el cabal màssic circulant serà: $1,44 \cdot 10^{-2} \text{ kg/s} \cdot \text{m}^2$

En la Taula 1.19 es mostren les propietats del fluid caloportador.



| | |
|-------------------------------------|---------|
| Punt de fusió | -14 °C |
| % en massa de propilenglicol | 30 |
| Densitat (kg/m³) | 1.026 |
| Calor específic (J/kg·°C) | 3.914,7 |
| Temperatura de treball (°C) | 60 |

Taula 1.19. Propietats del fluid caloportador.

1.8.2.2. Dimensions de les canonades de la zona 1

Les canonades seran de coure, de tipus M. S'ha escollit el coure per les seves bones prestacions: econòmic respecte altres materials, pèrdues de càrrega reduïdes gràcies a la seva baixa rugositat, alta resistència a la corrosió i facilitat de muntatge. El tipus de canonada escollida és el M perquè pot suportar les baixes pressions de la instal·lació sense necessitar més espessor de paret.

El diàmetre de les canonades del circuit primari serà de 3/4" en tot el circuit. La longitud total de canonada de 3/4" serà de 32 m.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Aquest diàmetre dimensionat disminueix les pèrdues de càrregues que hagi de superar la bomba i té un cost més econòmic que altres diàmetres valorats.

La distància de tub a instal·lar és la mínima calculada per tal que el tub arribi des de la sala de màquines al col·lector solar.



Les canonades s'instal·laran amb un pendent mínim de l'1% per facilitar el buidat de la instal·lació. Es subjectaran a les parets mitjançant una abraçadora per cada metre lineal de canonada.

L'aïllament de les canonades ha estat calculat d'acord amb l'apèndix 3.01 del RITE. S'aïllaran aquells trams de canonada que passin per l'exterior de la vivenda (veure apartat de l'annex 2.1.10). Les característiques dels trams aïllats es poden veure a la Taula 1.20.

| Local | Tipus d'aïllament | d nominal | e_{instal·lat} (mm) |
|--------------|--------------------------|------------------|------------------------------------|
| Exterior | Polietilè expandit | 3/4" | 40 |
| Interior | Polietilè expandit | 3/4" | 30 |

Taula 1.20. Característiques dels aïllaments de les canonades de la zona 1.

L'aïllament serà de marca Isover, fabricat amb un elastòmer extruït de cèl·lula tancada de nitril-PVC. És apte per a ser instal·lat a l'exterior i té una resistència al foc M0.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

1.8.2.3. Característiques de la bomba de circulació de la zona 1

Requeriments

Segons els càlculs, a l'apartat 2.1.6., la bomba de circulació de la zona 1 ha de vèncer unes pèrdues de càrrega de 18,51 mmca i proporcionar un cabal de 0,09612 m³/h.



Bomba de circulació escollida

La bomba instal·lada serà centrífuga, ja que les bombes d'aquest tipus poden desenvolupar una elevada potència i tenen un manteniment baix i un cost inicial reduït. Poden mantenir un cabal constant força elevat i tenen una gran possibilitat de regular el cabal segons les necessitats. Per aquestes raons són les que més s'utilitzen en instal·lacions solars tèrmiques.

S'ha seleccionat la bomba centrífuga de rotor submergit PC 1025 de la marca ROCA. Les característiques d'aquesta bomba s'enumeren a la Taula 1.21.

| | |
|----------------------------------|---------------------|
| Potència màxima absorbida | 35 W |
| Altura màxima | 5,5 mca |
| Cabal màxim | 4 m ³ /h |
| Pressió màxima de treball | 1.000 kPa |
| Nombre de velocitats | 3 |
| Alimentació elèctrica | monofàsic a 230 V |
| Intensitat màxima | 0,38 A |
| Velocitat màxima | 1950 r.p.m. |

Taula 1.21. Característiques principals de la bomba ROCA PC 1025.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

La bomba s'instal·larà a la canonada d'impulsió del fluid cap als col·lectors, a la part més baixa del circuit, de manera que s'evitarà la cavitació de la mateixa. Aquesta bomba s'identificarà amb el codi BH-01.

La bomba disposarà de dues vàlvules de bola, una a l'entrada (VT-04) i una a la sortida (VT-06). S'instal·larà, també, un filtre de partícules sòlides a l'aspiració (FT-01). Un manòmetre (MN-01) llegirà la pressió a la sortida de la bomba. Finalment, una vàlvula de retenció (VA-01) marca EUROPA assegurarà el sentit del flux.

1.8.2.4. Vas d'expansió de la zona 1

El circuit de la zona 1 comptarà amb un vas d'expansió per tal d'absorbir les variacions de volum experimentades pel fluid caloportador, degut als canvis de temperatura.



Segons els càlculs (veure annex a l'apartat 2.1.9.2), el volum mínim del vas d'expansió és de 0,55 litres, i s'instal·larà un vas d'expansió tancat de membrana fixa de la marca comercial CALEFFI, model 555 amb una capacitat de 5 L. S'identificarà amb el codi VX-01.

El vas d'expansió s'ubicarà a l'aspiració de la bomba de circulació BH-01.

1.8.2.5. Regulació i control de la zona 1

Centraleta de regulació

La regulació automàtica de la zona 1 serà duta a terme per la centraleta de regulació amb el codi CR-01, marca Resol i model DeltaSol ES, especialment dissenyada per sistemes amb dos tancs d'emmagatzematge. Estarà connectada als següents elements de mesura i control:

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

- Sensor d'irradiació SR-01 (zona 1).
- Sonda de temperatura del retorn solar ST-01 (zona 1).
- Electrovàlvula de tres vies ET-01 (zona 1).
- Bomba de circulació BH-01 (zona 1).
- Sonda de temperatura del dipòsit d'ACS ST-02 (zona 2).

La centralita de regulació executarà 4 instruccions alhora i en bucle continu:



Instrucció 1

Regula com actuen els elements de la zona 1 segons la temperatura del tanc d'ACS. En essència, la instal·lació solar proporcionarà calor al tanc d'ACS quan la temperatura del tanc sigui inferior a 60°C però no superior a 65°C, sempre i quan hi hagi prou radiació solar. El valor de la radiació solar s'ha fixat en 200 W/m², com a valor per sota del qual el rendiment dels col·lectors s'anul·la.

Si la temperatura de l'aigua del tanc d'ACS és inferior a 60°C i l'energia solar, per les raons que siguin, no pot proporcionar-li calor, entrarà en funcionament la resistència elèctrica de dins del dipòsit d'ACS, per tal d'aconseguir la temperatura de consigna del tanc.

Instrucció 2

Regula com actuen els elements de la zona 1 segons la temperatura del dipòsit d'acumulació. En essència, la instal·lació solar proporcionarà calor al tanc d'acumulació quan la temperatura del tanc sigui inferior a 60°C, sempre i quan hi hagi prou radiació solar.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Instrucció 3

La seva missió es evitar que el fluid caloportador del primari entri als bescanviadors si no surt dels col·lectors a una temperatura superior a la dels dipòsits, per tal d'evitar que l'aigua dels dipòsits pugui arribar a refredar-se.

Si es dona aquesta situació, no deixarà que el fluid passi pels bescanviadors. En cas que hi hagi prou radiació solar, s'engegarà la bomba de circulació per tal d'intentar escalfar el fluid fins a una temperatura que garanteixi l'aportació solar. En cas contrari s'apagarà la bomba de circulació per evitar que funcioni en va i que el fluid es refredi al passar pels col·lectors.

Manòmetres

S'instal·laran 3 manòmetres d'agulla que llegiran fins a 400 kPa relatius per tal de poder comprovar el correcte funcionament de la instal·lació. El manòmetre MN-01 es situarà després de la bomba de circulació i el MN-02 al retorn del col·lector. S'instal·laran amb una T i una reducció de secció cadascun.



Sensor d'irradiació

Mesurarà la irradiació solar en un moment donat. Serà de la marca Resol, model CS10.

Sonda de temperatura de retorn solar

Serà de tipus PT1000, aquestes sondes es basen en el fet que a mesura que augmenta la temperatura, els metalls augmenten la seva resistència elèctrica. El nom PT1000 es deu a que estan fetes de platí i presenten una resistència de 1.000 Ω a 0°C. Serà de marca Resol i model FKP 5,5, muntada sobre una T de marca Resol model T28.

Electrovàlvula de tres vies

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Serà de tipus tot-res, ja que han de permetre el pas o no cap al serpentí del tanc, per aquesta instal·lació s'ha elegit el model SF 20 EB de la marca Salvador Escoda.

1.8.2.6. Altres elements de la zona 1

Vàlvula de seguretat

S'instal·larà una vàlvula de seguretat, per prevenir sobrepressions o temperatures excessives en el circuit. La vàlvula de seguretat serà de marca comercial Salvador Escoda fabricada de llautó, i se li assignarà el codi VS-01. S'ubicarà a la teulada.

La pressió màxima s'establirà en 300 kPa (3 bar) relatiu, però es podrà regular entre 200 i 800 kPa. El fet d'impedir sobrepressions també protegirà el circuit de temperatures excessives del fluid caloportador, ja que quan el fluid comenci a bullir (a 102,2°C) els vapors augmentaran la pressió i el fluid serà evacuat sense més conseqüències.

Purgadors d'aire

A la part alta del col·lector solar (canonada de retorn) s'instal·larà un purgador d'aire automàtic per eliminar l'aire que pugui acumular-se.



Els purgador serà de boia, de la marca comercial Voss model Purg-O-Mat 150 Solar, i tindrà el codi PU-01. Es connectarà mitjançant T's de coure amb reducció de secció.

Vàlvules de tall

Les vàlvules de tall manuals seran de bola, ja que permeten la regulació tot-res que és necessària a la instal·lació. Seran de la marca ROCA, de llautó, amb els codis VT-01 a VT-13.

1.8.3. Descripció de la zona 2

Els elements de la zona 2 tenen com a missió obtenir l'aigua freda de la xarxa, escalfar-la dins d'un tanc i emmagatzemar-la per al seu posterior ús com ACS.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

El llistat d'elements presents als plànols inclosos dins la zona 2 es pot veure a la Taula 1.22.

| Codi | Element |
|---------------|--|
| DA-01 | Dipòsit acumulador d'ACS |
| FT-03 | Filtre de l'aigua de xarxa |
| MN-04 | Manòmetre d'agulla |
| VT-11 a VT-13 | Vàlvules de bola |
| VA-03 | Vàlvula antiretorn |
| ST-02 | Sonda de temperatura d'immersió del tanc d'ACS |
| VR-01 | Vàlvula reductora de pressió |
| VS-02 | Vàlvula de seguretat |



Taula 1.22. Llistat d'elements de la zona 2.

1.8.3.1. Dipòsit acumulador d'ACS

La seva funció és emmagatzemar aigua calenta per al consum d'ACS. Tindrà una entrada d'aigua freda de la xarxa i una sortida d'aigua calenta per al consum. Disposarà d'un serpentí bescanviador per on hi circularà el fluid caloportador provinent dels col·lectors solars, quan aquests puguin proporcionar energia tèrmica.

Per tal de garantir la temperatura de servei de l'aigua calenta sanitària en cas que els col·lectors no puguin fer-ho, s'instal·laran unes resistències flexibles del tipus FFC3 a la canonada de sortida del tanc.

L'acumulador d'ACS contindrà aigua a 65°C, per tal de complir amb les especificacions de l'informe UNE 100030 “*Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones*”.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



El volum d'acumulació serà de 150 L, complint amb la ITE 10.1 del RITE, que especifica que, amb les dades del present projecte, aquest volum mínim ha d'estar entre 128 i 140 L.

El dipòsit acumulador d'ACS serà de marca Saunier Duval, model BDS 1150 , amb les característiques que es mostren a la Taula 1.23.

| | |
|---|---------------------------|
| Nombre de serpentins | 1 |
| Tipus d'instal·lació | Vertical |
| Volum d'acumulació | 150 L |
| Superfície de bescanvi del serpentí | 0,81 m ² |
| Potència tèrmica del serpentí | 30 kW |
| Potència elèctrica de la resistència | 2,4 kW |
| Pes en buit | 66 kg |
| Garantia | 6 anys |
| Alçada | 1215 mm |
| Amplada | 515 mm |
| Material del dipòsit | Acer vitrificat |
| Protecció contra la corrosió | Ànode de magnesi |
| Material aïllant | Poliuretà d'alta densitat |
| Espessor d'aïllament | 50 mm |

Taula 1.23. Característiques del dipòsit d'ACS Saunier Duval BDS 1150

S'ubicarà al garatge-magatzem. S'instal·larà a una habitació contigua a l'habitació, concretament sota les escales que donen accés a la primera planta (veure Plànol 5).

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Sonda de temperatura

La sonda ST-02 del dipòsit d'ACS serà de tipus PT 100 i anirà envainada per a poder llegir la temperatura de l'interior del tanc. Serà de la marca comercial Resol, model FKP150.

Connexions del serpentí

D'acord amb el que exigeix el RITE, el dipòsit acumulador d'ACS comptarà amb una vàlvula de tall i una vàlvula antiretorn a l'entrada i a la sortida del serpentí bescanviador. Les vàlvules de tall seran de bola, marca ROCA, amb els codis VT-11 i VT-12. La vàlvula antiretorn serà de marca EUROPA, amb codi VA-03

Altres elements de la zona 2

Els elements que es descriuen a continuació han estat projectats per tal de complir amb l'apartat 2.3 de la norma NIA, i es presenten en l'ordre del sentit del flux de l'aigua freda de xarxa.

Vàlvula reductora de pressió

S'instal·larà una vàlvula reductora a l'entrada de l'aigua freda de marca EUROBRASS, de 3/4". Se li assignarà el codi d'identificació VR-01.

Filtre

S'instal·larà a continuació de la vàlvula reductora. El seu codi serà FT-03.



Vàlvula antiretorn

Se n'ubicarà una a la sortida de l'aigua calenta. Serà de marca EUROPA i tindrà el codi VA-03.

Vàlvula de seguretat



Serà de marca comercial Salvador Escoda fabricada en llautó, i se li assignarà el codi VS-02.

La pressió màxima s'establirà en 300 kPa relatius, però es podrà regular entre 200 i 800 kPa.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Vàlvules de tall

Serà de bola, de marca ROCA, i servirà per aïllar l'acumulador d'ACS de la xarxa. Se li assignarà l'identificador VT-13.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

1.9. PLANIFICACIÓ

A continuació es descriuen les tasques realitzades i el temps, en dies feiners, que se li ha assignat a cadascuna. Més endavant es mostra un diagrama de Gantt que representa d'una manera gràfica com s'han dut a terme cadascuna de les tasques al llarg del temps.

1.9.1. Definició de les tasques.

Normativa i reglamentació: consisteix en la recerca de les disposicions legals que afecten el projecte. Durada: 15 dies.

Informació bibliogràfica: cercar llibres i manuals tècnics amb referències sobre energia solar, i sistemes de calefacció. Durada: 25 dies.

Anàlisi dels requeriments: descriure l'habitatge, elaborar els plànols que descriuen la vivenda, per tal de procedir amb els càlculs. Durada: 20 dies.

Anàlisi de les solucions: sintetitzar la informació obtinguda i anàlisi dels pros i contres de les diferents alternatives, per escollir la que més s'adequa al projecte. Durada: 25 dies.

Selecció de components: cercar catàlegs de fabricants per tal de poder determinar quins elements s'instal·laran. Durada: 5 dies.

Càlcul de les necessitats energètiques: determinar el consum d'ACS. Durada: 10 dies.



Càlcul de la instal·lació solar: determinar la radiació solar disponible a la ciutat de Lleida, el nombre òptim de col·lectors solars, etc. Durada: 15 dies.

Altres càlculs: determinar el volum del vas d'expansió, dels dipòsit d'inèrcia i d'ACS, pèrdues de carrega, espessors d'aïllament de canonades, etc. Durada: 10 dies.

Memòria: consisteix en la redacció d'aquest document. Durada: 50 dies.

Annexes: consisteix en la redacció d'aquest document. Durada: 40 dies.

Plànols de les instal·lacions: elaborar els documents gràfics de les vistes en planta i perfils de les instal·lacions. Durada: 20 dies.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

Plec de condicions: redacció d'aquest document. Durada: 5 dies.

Estat d'Amidaments: elaboració d'aquest document a partir dels plànols. Durada: 5 dies.

Pressupost i Estudi de Viabilitat: elaboració d'aquest document a partir de l'estat d'amidaments i dels catàlegs dels fabricants. Durada: 5 dies.

Revisió del projecte:

Seguiment del projecte per part del director. Durada: 115 dies.



Impressió i enquadernació: indexat i comprovació integral del projecte per tal de poder imprimir els documents i enquadernar les diferents còpies del mateix. Durada: 5 dies.

1.9.2. Diagrama de Gantt



El diagrama de Gantt de l'elaboració del present projecte es mostra a la Taula 1.24.

| Tasques a realitzar | Setembre | | Octubre | | Novembre | | Desembre | | Gener | | Febrer | |
|-----------------------------------|----------|----|---------|----|----------|----|----------|----|-------|-----|--------|-----|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
| Normativa i reglamentació | X | X | X | | | | | | | | | |
| Informació bibliogràfica | | X | X | X | X | X | | | | | | |
| Anàlisi dels requeriments | | | | | X | X | X | X | | | | |
| Anàlisi de les solucions | | | | | | X | X | X | X | | | |
| Selecció de components | | | | | | | | X | | | | |
| Càlcul de les necessitats energ. | | | | | X | X | | | | | | |
| Càlcul de la instal·lació solar | | | | | | X | X | X | | | | |
| Altres càlculs | | | | | | | | X | X | | | |
| Memòria | | | | | | X | X | X | X | X | X | X |
| Annexes | | | | | | X | X | X | X | X | X | |
| Plànols de les instal·lacions | | | | | | | | X | X | X | X | |
| Plec de condicions | | | | | | | | | | X | | |
| Estat d'Amidaments | | | | | | | | | | | X | |
| Pressupost i Estudi de Viabilitat | | | | | | | | | | | X | |
| Revisió del projecte | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Impressió i enquadernació | | | | | | | | | | | | X |

Taula 1.24. Diagrama de Gantt de l'elaboració del projecte.



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

2. ANNEXES

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

ÍNDIX DELS ANNEXES

| | |
|---|-----------|
| 2.1. CÀLCULS | 3 |
| 2.1.1. Càlcul de l'energia necessària d'ACS | 3 |
| 2.1.2. Càlcul de la radiació solar incident. | 4 |
| 2.1.3. Càlculs de la instal·lació solar..... | 12 |
| 2.1.3.1. Quantitat d'anticongelant en el circuit primari..... | 12 |
| 2.1.4. Càlcul de les pèrdues de càrrega. | 14 |
| 2.1.4.1. Mètode de càlcul..... | 14 |
| 2.1.4.2. Pèrdues de càrrega contínues..... | 14 |
| 2.1.4.3. Pèrdues de càrrega singulars. | 16 |
| 2.1.4.4. Pèrdues de càrrega singulars (altres elements)..... | 18 |
| 2.1.4.5. Pèrdues de càrrega del circuit de la zona 1..... | 18 |
| 2.1.4.5.1. Pèrdues de càrrega contínues. | 19 |
| 2.1.4.5.2. Pèrdues de càrrega singulars..... | 19 |
| 2.1.4.5.3. Pèrdues de càrrega singulars (altres elements). | 20 |
| 2.1.4.5.4. Pèrdues de càrrega totals. | 21 |
| 2.1.5. Dipòsit d'ACS..... | 21 |
| 2.1.5.1. Elecció del dipòsit d'ACS..... | 22 |
| 2.1.6. Càlcul del vas d'expansió. | 22 |
| 2.1.6.1. Mètode de càlcul..... | 23 |
| 2.1.6.2. Vas d'expansió del circuit solar..... | 24 |
| 2.1.7. Càlcul d'aïllament de les canonades..... | 28 |
| 2.2. CATÀLEGS I COMPONENTS..... | 32 |
| 2.3. TAULES I DIAGRAMES..... | 33 |
| 2.3.1. Informació emprada en la selecció del col·lector solar..... | 33 |
| 2.3.2. Informació emprada en el càlcul de l'energia necessària d' ACS. | 36 |
| 2.3.3. Informació emprada en el càlcul de l'energia solar incident..... | 38 |
| 2.3.4. Informació emprada en el càlcul de la instal·lació solar..... | 39 |
| 2.3.5. Informació emprada en el càlcul de les pèrdues de càrrega..... | 41 |
| 2.3.6. Informació emprada en el càlcul del vas d'expansió..... | 46 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

2.1. CÀLCULS

2.1.1. Càlcul de l'energia necessària d'ACS

Seguidament cal determinar les necessitats d'aigua calenta sanitària al llarg de l'any de la vivenda, utilitzant l'Eq.2.1. L'energia necessària durant els diferents mesos està especificada a la Taula 2.1.

$$L_{ACS} = 35 \cdot \left(\frac{L}{\text{persones i dia}} \right) \cdot (\text{nombre d'usuaris} \cdot N \cdot \rho_{H_2O} \cdot c_{p_{H_2O}} \cdot (T_{ACS} - T_{xarxa})) \quad \text{Eq. 2.1.}$$

On:

N són els dies del mes



ρ_{H_2O} és la densitat de l'aigua (1 kg/m³)

$c_{p_{H_2O}}$ és la capacitat calorífica de l'aigua (4,18 kJ/kg °K)

| Mes | ACS (MJ) |
|--------------|-------------|
| Gener | 911 |
| Febrer | 775 |
| Març | 763 |
| Abril | 668 |
| Maig | 606 |
| Juny | 508 |
| Juliol | 459 |
| Agost | 463 |
| Setembre | 514 |
| Octubre | 670 |
| Novembre | 780 |
| Desembre | 892 |
| TOTAL | 8010 |

Taula 2.1. Energia total mensual d' ACS, en MJ

La Taula 2.1. ha estat calculada mitjançant la bibliografia de L.F. Cabeza, utilitzant la fórmula del consum d'aigua calenta sanitària d'una vivenda familiar.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

$T_{ACS} - T_{xarxa}$ és el salt tèrmic entre la temperatura de l'aigua de la xarxa (valors tabulats en la Taula 2.2) i la temperatura de subministrament (45°C).

| Mes | T_{xarxa} (°C) |
|----------|------------------|
| Gener | 4,9 |
| Febrer | 7,2 |
| Març | 11,4 |
| Abril | 14,6 |
| Maig | 18,3 |
| Juny | 21,9 |
| Juliol | 24,8 |
| Agost | 24,6 |
| Setembre | 21,6 |
| Octubre | 15,5 |
| Novembre | 9,5 |
| Desembre | 5,7 |

Taula 2.2. Temperatura de l'aigua de xarxa en els diferents mesos de l'any.



2.1.2. Càlcul de la radiació solar incident.

Els càlculs han estat realitzats amb un full de càlcul seguint les fórmules del llibre de "Producció de l'energia tèrmica" de la Dra. Lluïsa F. Cabeza.

Definició de les variables que intervenen en els càlculs:

β : inclinació de la superfície sobre la que incideix la radiació respecte el pla horitzontal, expressada en graus (°). És constant en tots els càlculs, però s'anirà variant per trobar la inclinació òptima.

γ : orientació (azimut) de la superfície objecte d'estudi respecte l'eix nord-sud de la Terra, expressada en graus (°). El seu signe és positiu en sentit oest i negatiu en sentit

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

est. És constant per a tots els càlculs ja que depèn de la posició de l'habitatge i aquest no es mou.

ϕ : latitud geogràfica del lloc d'estudi, expressada en graus (°). És constant en tots els càlculs.

n : dia característic del mes que es considera que rep la radiació mitjana de tot el mes, ve donat per unes taules.

δ : declinació solar, expressada en graus (°).

ω_s : angle de posta de Sol, expressat en graus (°).

\bar{H} : radiació solar sobre una superfície horitzontal, donada per dades empíriques en MJ/m² i dia.

\bar{H}_d : radiació solar difusa, en MJ/m² i dia.

\bar{K}_r és l'índex de nuvolositat, és adimensional i ve donat per dades empíriques.

ρ : és la reflectància del sòl, i és adimensional.

ω_c : angle horari del moment en el qual els rajos del Sol comencen a incidir sobre una superfície, en graus (°).

Passos seguits per a la realització dels càlculs:

Latitud de Lleida: 41,62° nord

L'azimut de la superfície pel fet de tenir la teulada orientada al sud és zero



S'agafa una reflectància de: 0,4

La declinació solar es calcula:

$$\delta = 23,45^\circ \cdot \sin \left[360 \cdot \frac{(284 + n)}{365} \right] \quad \text{Eq.2.2.}$$

On:

n és el dia característic de cada mes, s'extreu de la Taula 2.3.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

| Mes | n |
|----------|-----|
| Gener | 17 |
| Febrer | 47 |
| Març | 75 |
| Abril | 105 |
| Maig | 135 |
| Juny | 162 |
| Juliol | 198 |
| Agost | 228 |
| Setembre | 258 |
| Octubre | 288 |
| Novembre | 318 |
| Desembre | 344 |

Taula 2.3. Dia característic de cada mes



L'angle de posta de Sol es calcula amb la l'Equació 2.4.

$$\omega_s = \arccos(-\tan \phi \cdot \tan \delta) \text{ Eq 2.4.}$$

El càlcul de la radiació solar incident sobre una superfície inclinada, sigui quina sigui la seva orientació, es calcula segons l'Equació 2.5.

$$\overline{H}_T = \overline{H} \cdot \overline{R} = \overline{H} \cdot \left[\left(1 - \frac{\overline{H}_d}{\overline{H}}\right) \overline{R}_b + \frac{\overline{H}_d}{\overline{H}} \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + \rho \left(\frac{1 - \cos \beta}{2} \right) \right] \text{ Eq.2.5.}$$

A la Taula 2.4, s'observa la radiació solar diària sobre una superfície horitzontal que s'ha obtingut del llibre "Producció de l'energia tèrmica", L.F. Cabeza (2004).

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



| Mes | \overline{H} (MJ/m ² /dia) |
|----------|---|
| Gener | 6,078 |
| Febrer | 12,168 |
| Març | 15,592 |
| Abril | 19,226 |
| Maig | 21,954 |
| Juny | 24,262 |
| Juliol | 24,638 |
| Agost | 21,340 |
| Setembre | 16,740 |
| Octubre | 11,980 |
| Novembre | 6,302 |
| Desembre | 4,006 |

Taula 2.4. Radiació solar sobre una superfície horitzontal a Lleida.

El quocient $\frac{\overline{H}_d}{\overline{H}}$ es calcula amb l'equació 2.6.

$$\overline{H}_d = \overline{H} \cdot (1,39 - 4,027 \cdot \overline{K}_T + 5,531 \cdot \overline{K}_T^2 - 3,108 \overline{K}_T^3) \quad \text{Eq 2.6.}$$

Els valors de \overline{K}_T varien cada mes, i segons L.F.Cabeza (2004), per la localitat de Lleida pren els valors e la Taula 2.5.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

| Mes | \bar{K}_T |
|----------|-------------|
| Gener | 0,44 |
| Febrer | 0,62 |
| Març | 0,58 |
| Abril | 0,56 |
| Maig | 0,53 |
| Juny | 0,58 |
| Juliol | 0,61 |
| Agost | 0,59 |
| Setembre | 0,57 |
| Octubre | 0,54 |
| Novembre | 0,40 |
| Desembre | 0,32 |

Taula 2.5. Índex de nuvolositat per a cada mes a la localitat de Lleida.

Per tal de treballar més comodament s'expressa tot en unitats del S.I.

La irradiació solar mitjana, I_s , es calcula a partir de l'Equació 2.7.



$$I_s = \frac{\bar{H}_T [MJ / m^2 / dia] \cdot N_{dm} [dies / mes] \cdot 10^6 J}{N_{hc} [h / mes] \cdot 1MJ} \cdot \frac{1h}{3.600s} \quad \text{Eq. 2.7.}$$

On:

\bar{H}_T és el valor de la mitjana mensual diària de radiació solar sobre una superfície inclinada (calculat en l'Eq 2.5.)

N_{dm} és el nombre de dies de cada mes.

El paràmetre N_{hc} s'obté a partir de dades meteorològiques. El Instituto Nacional de Meteorología ha establert en una estadística del període 1971-2000 el nombre d'hores de Sol de cada mes, tal i com es mostra a la Taula 2.6.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



| Mes | N _{hc} (h/mes) |
|----------|-------------------------|
| Gener | 116 |
| Febrer | 167 |
| Març | 226 |
| Abril | 248 |
| Maig | 279 |
| Juny | 313 |
| Juliol | 348 |
| Agost | 313 |
| Setembre | 250 |
| Octubre | 200 |
| Novembre | 137 |
| Desembre | 96 |

Taula 2.6. Nombre d'hores de Sol de cada mes

A partir de l'equació 2.7. es pot determinar la irradiació solar mitjana (I_s) que hi ha sobre la superfície que s'estudia per cada mes de l'any, un cop obtinguda es triarà la inclinació que més radiació rebí.

Per veure quina inclinació és la millor a l'hora d'orientar el pannel solar per disposar d'un consum més o menys semblant durant tot l'any cal veure les taules Taula 2.7. i Taula 2.8.

Per tal de visualitzar millor els resultats de la Taula 2.7 i la Taula 2.8 es pot observar els gràfics de les Figura 2.1. la Figura 2.2.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



| | Inclinacions | | | | | |
|--------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Mesos | 15° | 20° | 25° | 30° | 35° | 40° |
| Gener | 609,18 | 655,91 | 699,07 | 738,32 | 773,37 | 803,95 |
| Febrer | 732,88 | 780,58 | 823,80 | 862,22 | 895,53 | 923,50 |
| Març | 688,56 | 713,06 | 733,74 | 750,44 | 763,03 | 771,41 |
| Abril | 686,92 | 694,08 | 697,85 | 698,21 | 695,13 | 688,65 |
| Maig | 681,92 | 677,92 | 671,13 | 661,54 | 649,22 | 634,22 |
| Juny | 635,47 | 627,34 | 616,81 | 603,90 | 588,66 | 571,19 |
| Juliol | 606,12 | 600,21 | 591,85 | 581,05 | 567,87 | 552,39 |
| Agost | 610,22 | 612,38 | 611,68 | 608,08 | 601,62 | 592,32 |
| Setembre | 623,19 | 638,69 | 650,85 | 659,59 | 664,84 | 666,55 |
| Octubre | 632,06 | 664,47 | 693,26 | 718,23 | 739,19 | 755,97 |
| Novembre | 495,23 | 527,87 | 557,77 | 584,67 | 608,39 | 628,75 |
| Desembre | 464,87 | 495,96 | 524,60 | 550,56 | 573,65 | 593,70 |
| MITJA | 622,22 | 640,71 | 656,03 | 668,07 | 676,71 | 681,88 |

Taula 2.7. Inclinació del pannell solar en els diferents mesos de l'any.

| | Inclinacions | | | | | |
|--------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Mesos | 45° | 50° | 55° | 60° | 65° | 70° |
| Gener | 829,82 | 850,80 | 866,71 | 877,44 | 882,91 | 883,08 |
| Febrer | 945,90 | 962,56 | 973,37 | 978,22 | 977,10 | 970,00 |
| Març | 775,53 | 775,34 | 770,86 | 762,11 | 749,16 | 732,11 |
| Abril | 678,80 | 665,66 | 649,34 | 629,96 | 607,68 | 582,69 |
| Maig | 616,67 | 596,70 | 574,47 | 550,17 | 524,01 | 496,23 |
| Juny | 551,61 | 530,08 | 506,76 | 481,88 | 455,65 | 428,35 |
| Juliol | 534,71 | 514,97 | 493,33 | 469,99 | 445,15 | 419,07 |
| Agost | 580,26 | 565,52 | 548,23 | 528,52 | 506,57 | 482,56 |
| Setembre | 664,72 | 659,35 | 650,49 | 638,20 | 622,59 | 603,77 |
| Octubre | 768,44 | 776,52 | 780,14 | 779,27 | 773,92 | 764,13 |
| Novembre | 645,58 | 658,76 | 668,18 | 673,79 | 675,53 | 673,39 |
| Desembre | 610,55 | 624,08 | 634,17 | 640,76 | 643,80 | 643,25 |
| MITJA | 683,55 | 681,69 | 676,34 | 667,53 | 655,34 | 639,89 |

Taula 2.8. Inclinació del pannell solar en els diferents mesos de l'any

Nota: Les radiacions de cada mes estan en W/m²

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

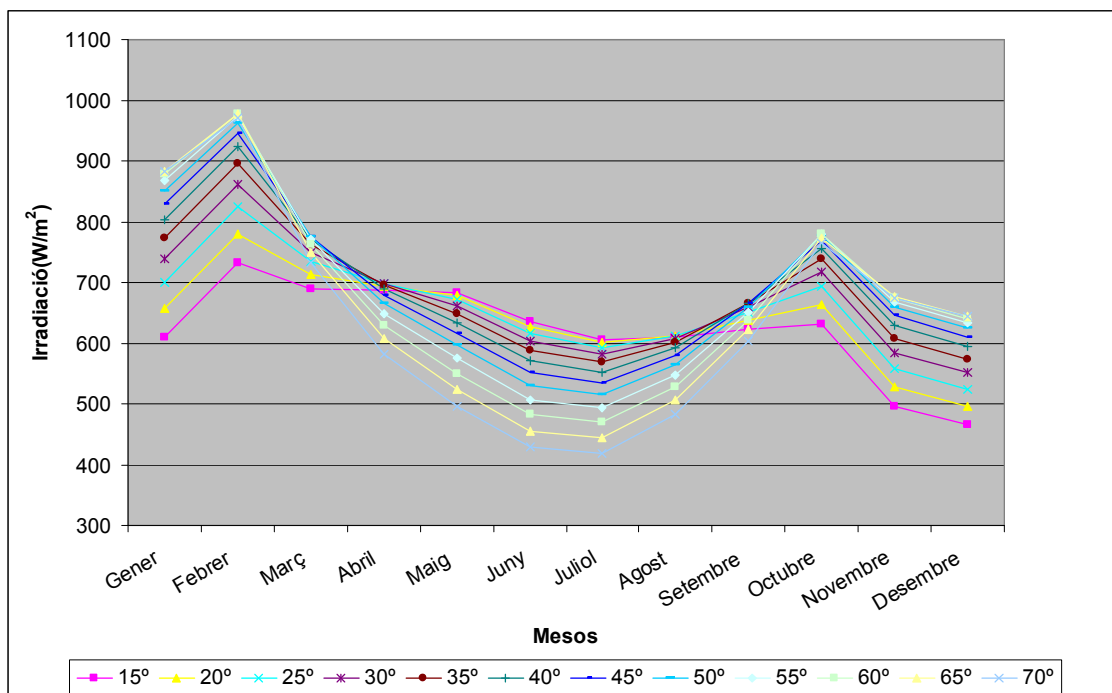


Figura 2.1. Valoració de la inclinació òptima en els diferents mesos de l'any.

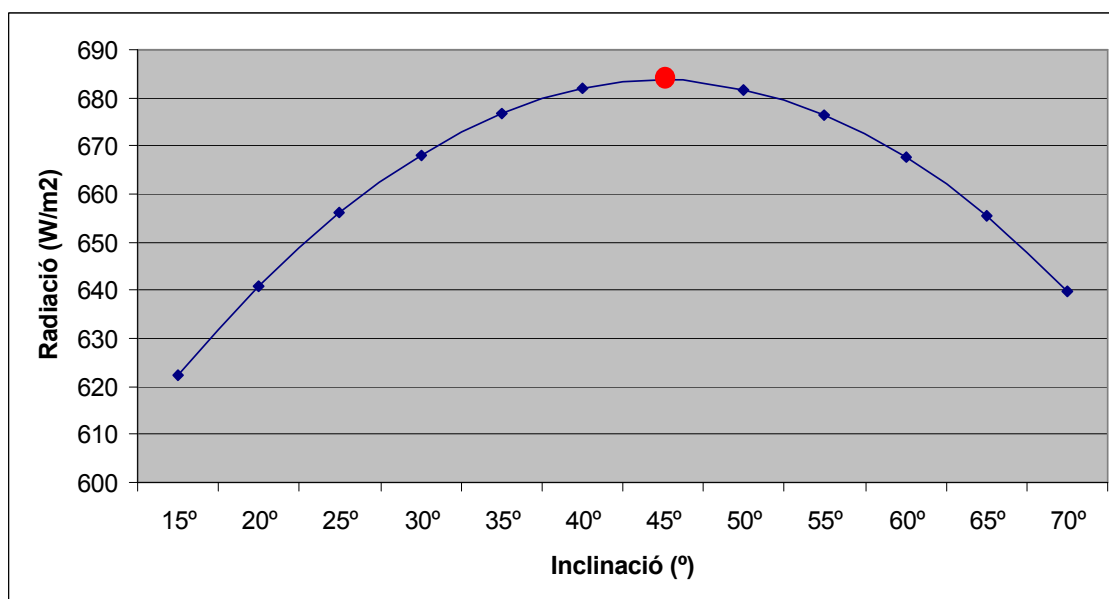




Figura 2.2. Inclinació òptima dels col·lectors solars

Després de visualitzar els resultats gràficament, es pot concloure, que si es necessita una instal·lació que doni servei durant tot l'any, la solució òptima és triar una inclinació òptima d'uns 45° en els pannels solars.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

2.1.3. Càlculs de la instal·lació solar.

La majoria dels càlculs d'aquest apartat han estat realitzats seguint els mètodes exposats al llibre "Producció de l'energia tèrmica", de Lluïsa F. Cabeza.

2.1.3.1. Quantitat d'anticongelant en el circuit primari.

En primer lloc cal determinar quin serà el percentatge de propilenglicol que haurà de contenir el fluid caloportador del circuit primari dels col·lectors solars. Per determinar-ho, s'ha de buscar la temperatura mínima en els últims anys prop de l'emplaçament de la vivenda.

Després cal observar la Figura 2.3. per trobar el percentatge en pes del propilenglicol

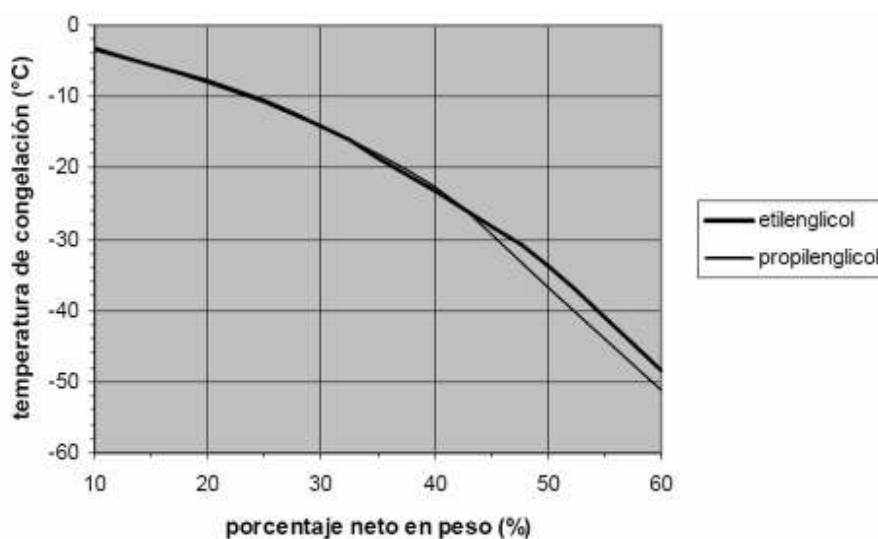




Figura 2.3. Temperatura de congelació en funció del percentatge

Per trobar la temperatura mínima històrica al terme municipal d'Alpicat, cal consultar el Servei Meteorològic de Catalunya que facilita dades anuals sobre temperatures. Al no haver-hi dades publicades s'han agafat les de la ciutat de Lleida, com a ciutat més propera.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Com es pot apreciar a la Taula 2.9, la temperatura mesurada durant l'any 2001 és la mínima. Per tenir un marge de seguretat, es considerarà una temperatura mínima de -13 °C.

| Any | Estació | T mínima anual (°C) |
|------------|---------------------|----------------------------|
| 2001 | Lleida (La Bordeta) | -11,7 |
| 2002 | Lleida (La Bordeta) | -4,3 |
| 2003 | Lleida (La Bordeta) | -7,1 |

Taula 2.9. Temperatura mínima absoluta registrada a Lleida entre els anys 2001 i 2003.

Utilitzant el gràfic de la Figura 2.3., s'obté que el percentatge en pes de propilenglicol ha de ser del 30%.

El pas següent és determinar la densitat de la mescla anticongelant-aigua. A partir de la Taula 2.10 es pot afirmar que la densitat del fluid caloportador serà de 1.026 kg/m³.

| % en massa de propilenglicol | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Densitat (kg/m³) | 1,000 | 1,008 | 1,017 | 1,026 | 1,034 | 1,041 | 1,046 |



Taula 2.10. Densitat de les mescles propilenglicol-aigua.

A continuació es determina el calor específic de la barreja.

Observant la Taula 2.11., es pot veure que el calor específic de la mescla és de 3.914,7 J/kg·°C.

| % en massa de propilenglicol | 0 | 10 | 20 | 30 |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|----------|
| Calor específic (J/kg·°C) | 4.186,8 | 4.103,1 | 4.019,3 | 3.914,7 |
| % en massa de propilenglicol | 40 | 50 | 60 | 70 |
| Calor específic (J/kg·°C) | 3.747,2 | 3.558,8 | 3.370,4 | 3.182,00 |

Taula 2.11. Calor específic de les mescles propilenglicol-aigua.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

2.1.4. Càlcul de les pèrdues de càrrega.

La finalitat de determinar les pèrdues de càrrega totals de la instal·lació és la de poder triar la bomba més adient per al circuit solar.

2.1.4.1. Mètode de càlcul.

A l'hora de realitzar els càlculs s'ha de distingir entre les pèrdues de càrrega contínues, degut al fregament del fluid amb les parets de la canonada i les pèrdues de càrrega singulars, degudes a la resistència que ofereixen els colzes, les vàlvules i tots els elements que obstaculitzen el pas del líquid.

2.1.4.2. Pèrdues de càrrega contínues.

L'equació general de les pèrdues de càrrega, sigui conducció oberta o tancada és:

$$H_r = C_f \cdot \frac{L}{R_h} \frac{v^2}{2g} \quad \text{Eq. 2.8.}$$

Substituint a l'Equació 2.8. el radi R_h hidràulic pel seu valor en funció del diàmetre s'obté l'equació de pèrdues de càrrega en canonades circulars, o equació de Darcy-Weisbach (Eq.2.9.).

$$H_r = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} \quad \text{Eq. 2.9.}$$



On:

H_r és la pèrdua de càrrega contínua, en metres de columna d'aigua (m.c.a.).

L és la longitud de la canonada, en m.

g és l'acceleració de la gravetat, fixada en $9,81 \text{ m/s}^2$.

f és el coeficient de fricció (adimensional).

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

Per calcular el coeficient de fricció (f), en primer lloc cal calcular el nombre de Reynolds:

$$Re = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot v} \quad \text{Eq. 2.10.}$$

On:

μ és la viscositat cinemàtica, en Pa·s.

ρ és la densitat del líquid, en kg/m³.

d és el diàmetre interior de la canonada, en m.

v és la velocitat del fluid dins de la canonada, en m/s.

La velocitat del fluid es calcula amb la fórmula:

$$v = \frac{4 \cdot \dot{m}}{\rho \cdot \pi \cdot d^2} \quad \text{Eq. 2.11.}$$

On:

\dot{m} és el cabal màssic circulant per la canonada, en kg/s.



Si $Re < 2000$, el règim és laminar, i f pren el valor de:

$$f = \frac{64}{Re} \quad \text{Eq. 2.12.}$$

Si $Re \geq 2000$, el règim turbulent. En aquest cas, f depèn de la rugositat de la canonada, ε .

Si $\varepsilon \leq \frac{5\mu}{v \cdot \rho}$:

$$f = \frac{0,314}{0,7 - 1,65 \cdot \log_{10}(Re) + (\log_{10} Re)^2} \quad \text{Eq. 2.13.}$$

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

En canvi, si $\varepsilon > \frac{5\mu}{v \cdot \rho}$:

$$f = \frac{1,325}{\ln^2 \left[\frac{\varepsilon}{3,7d} + \frac{5,74}{\text{Re}^{0,9}} \right]} \quad \text{Eq. 2.14.}$$

2.1.4.3. Pèrdues de càrrega singulars.



Les pèrdues de càrrega singulars o locals es produeixen quan el corrent del flux perd la seva uniformitat i es veu alterada a causa d'obstacles en les conduccions, així com vàlvules, eixamplaments, reduccions, colzes, canvis de direcció, derivacions, etc., que dissipin l'energia.

La determinació rigorosa de les pèrdues de càrrega singulars és complexa ja que depenen de la velocitat amb que passa el fluid per l'obstacle, la qual no és constant. En instal·lacions com la que es projecta és molt útil la utilització del mètode de la longitud equivalent, que consisteix en substituir l'accessori per una longitud equivalent de tub, que origini per fregament la mateixa pèrdua de càrrega.

Coneguda la longitud equivalent d'un accessori, es pot calcular la pèrdua de càrrega que origina ($H_{r \text{ singular}}$) aplicant l'equació 2.15, substituint la longitud L de la canonada per la longitud equivalent L_E de la peça.

$$H_{r \text{ singular}} = f \cdot \frac{L_E}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad \text{Eq. 2.15.}$$

La incògnita L_E també es pot determinar amb l'ajuda de la Taula 2.12 i la Taula 2.13 que expressa el valor de la longitud equivalent pels diferents accessoris.



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

| D. EN PULGADAS | CODO 90° | "T" | REDUCCION |
|----------------|----------|-----|-----------|
| 3/8 | 0,4 | 1,5 | 0,2 |
| 1/2 | 0,5 | 1,7 | 0,3 |
| 3/4 | 0,6 | 1,8 | 0,5 |
| 1 | 0,8 | 1,9 | 0,65 |
| 1 1/4 | 1 | 2,4 | 0,85 |
| 1 1/2 | 1,3 | 3 | 1 |
| 2 | 1,7 | 4 | 1,3 |
| 2 1/2 | 1,9 | 4,5 | 2 |
| 3 | 2 | 5,5 | 2,3 |
| 4 | 2,2 | 7,3 | 3 |
| 5 | 2,9 | 9 | 4 |
| 6 | 4 | 11 | 5 |

Taula 2.12 Valors de L_E dels elements més usuals

| D. EN PULGADAS | V. BOLA | V. COMPUERTA | V. RETENCION |
|----------------|---------|--------------|--------------|
| 3/8 | 1,1 | 0,14 | 1,4 |
| 1/2 | 1,35 | 0,18 | 1,7 |
| 3/4 | 1,75 | 0,21 | 2,3 |
| 1 | 2,3 | 0,26 | 2,85 |
| 1 1/4 | 2,9 | 0,36 | 3,7 |
| 1 1/2 | 3,5 | 0,44 | 4,7 |
| 2 | 4,5 | 0,55 | 5,75 |
| 2 1/2 | 5,5 | 0,7 | 6,9 |
| 3 | 6,7 | 0,8 | 8,4 |
| 4 | 8,8 | 1,1 | 11,1 |
| 5 | 10,8 | 1,5 | 12,8 |
| 6 | 13,1 | 1,7 | 15,4 |

Taula 2.13 Valors de L_E dels elements més usuals

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

2.1.4.4. Pèrdues de càrrega singulars (altres elements).

Es determinen tenint en compte la informació facilitada pel fabricant, o bé mitjançant càlculs particulars per a cada element. Un exemple de pèrdues de càrrega singulars d'altres elements poden ser els col·lectors solars, els serpentins de bescanvi dels dipòsits, etc.

2.1.4.5. Pèrdues de càrrega del circuit de la zona 1.

Per determinar la pèrdua de càrrega del circuit primari es calcula la pèrdua de càrrega total de cada tram per comprovar tot seguit quin és el camí més desfavorable pel qual pot circular el fluid, que correspondrà al de majors pèrdues.



Les variables de disseny que s'utilitzaran en els càlculs d'aquest apartat es poden veure a la Taula 2.14.

| | |
|---|------------------------------|
| % en massa d'aigua | 70 |
| % en massa de propilenglicol | 30 |
| Densitat | 1.026 kg/m ³ |
| Temperatura de treball | 60 °C |
| Viscositat dinàmica | 0,95·10 ⁻³ Pa·s |
| ε (canonades de coure) | 0,0015 mm |
| \dot{m} per m² de col·lector | 0,014364 kg/s·m ² |

Taula 2.14. Variables de disseny per al càlcul de les pèrdues de càrrega.

Tal com s'especifica en el RITE: per tal de realitzar els càlculs es fixarà un màxim de pèrdues de càrrega per metre lineal: 40 mmca/m. I per evitar sorolls no desitjats de la instal·lació es procurarà que la velocitat no passi de 2 m/s

El cabal màssic emprat es correspon a 0,027 kg/s

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

El diàmetre de les canonades s'ha procurat unificar en un: 3/4", ja que hi ha nombrosos elements de la instal·lació que utilitzen aquest diàmetre i d'aquesta forma no cal disposar d'adaptadors, a més a més, la bomba que s'ha triat per superar les pèrdues de càrrega és la més econòmica i supera totes les pèrdues de càrrega que pugui originar aquest diàmetre de tub. Tant a la connexió del captador, a la teulada; com en els baixants que van des de la teulada fins la sala de màquines s'hi troba un diàmetre de 3/4" (veure apartat 1.8.2.2. de la memòria).

2.1.4.5.1. Pèrdues de càrrega contínues.

Els resultats del càlcul de les pèrdues contínues, es pot veure a la Taula 2.15.

| Tram | \dot{m} (kg/s) | L (m) | d | Dint (mm) |
|---------------|------------------------------------|--------------|----------------------|----------------------------|
| Circuit solar | $2,73 \cdot 10^{-2}$ | 32 | 3/4" | 20,60 |
| Tram | v (m/s) | Re | f | Hr continues (mmca) |
| Circuit solar | 0,08 | 1782,28 | $3,59 \cdot 10^{-2}$ | 18,245 |



Taula 2.15. Pèrdues de càrrega contínues als trams de la zona 1.

2.1.4.5.2. Pèrdues de càrrega singulars.

Els resultats del càlcul de les pèrdues singulars, es pot veure a la Taula 2.16. i a la Taula 2.17

| Tram | Singularitat | LE (m) | Hr singular 1 (mmca) |
|---------------|---------------------|---------------|-----------------------------|
| Circuit solar | (*) | 30,5 | 34,78 |

Taula 2.16. Pèrdues de càrrega singulars pel circuit solar.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

| (*) | Nº singularitat |
|----------------------|-----------------|
| Vàlvules de tall | 14 |
| Vàlvula antiretorn | 3 |
| Vàlvula d'equilibrat | 1 |
| Vàlvula de seguretat | 2 |
| Electrovàlvula | 1 |

Taula 2.17. Tipus de pèrdues de càrrega singulars pel circuit solar.

2.1.4.5.3. Pèrdues de càrrega singulars (altres elements).

Les pèrdues singulars (d'altres elements) són les que tenen lloc en els col·lectors solars i en els serpentins dels circuits. En concret, la pèrdua de càrrega que es dona en un col·lector solar Roca PS amb un cabal de $2,73 \cdot 10^{-2}$ kg/s, és de 16 mmca.



Per determinar la pèrdua de càrrega que té lloc en un serpentí de bescanvi no es tenen dades, però sí que es pot fer una aproximació si es coneix la superfície de bescanvi (S_b) i el diàmetre del tub del serpentí (d_{SP}), per trobar la longitud del serpentí (L_{SP}), d'aquesta manera es poden calcular les pèrdues en el serpentí com si es tractés d'un tram recte de canonada.

$$L_{SP} = \frac{S_b}{\pi \cdot d_{SP}} \quad \text{Eq 2.16.}$$

Els resultats del càlcul de les pèrdues de càrrega en els serpentins es mostren a la Taula 2.18.

| Tram | \dot{m} (kg/s) | S_b (m²) | d_{SP} | L_{SP} (m) | v(m/s) |
|---------------|------------------------------------|---|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Circuit solar | $2,73 \cdot 10^{-2}$ | 0,81 | $2,06 \cdot 10^{-3}$ | 12,516 | 0,08 |
| Tram | v(m/s) | Re | f | Hr singular₂ (mmca) | |
| Circuit solar | 0,08 | 1782,28 | $3,59 \cdot 10^{-2}$ | 6,481 | |

Taula 2.18. Pèrdues de càrrega degudes al serpentí de bescanvi.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

2.1.4.5.4. Pèrdues de càrrega totals.

Un cop calculades les pèrdues de càrrega contínues i singulars de cada tram, s'obté la Taula 2.19., on es mostren les pèrdues de càrrega totals, com a suma de les pèrdues contínues, pèrdues singulars i pèrdues en els col·lectors i en els serpentins de bescanvi.

| Tram | Hr contínues (mmca) | Hr singular 1 (mmca) |
|---------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| Circuit solar | 18,245 | 34,78 |
| Tram | Hr singular₂ (mmca) | Hr TOTAL (mmca) |
| Circuit solar | 6,481 | 59,506 |

Taula 2.19. Pèrdues de càrrega totals en el tram del circuit solar.

Es selecciona la bomba de la marca ROCA PC 1025 per al circuit primari, ja que compleix amb els requisits que es demanen.

2.1.5. Dipòsit d'ACS.

Donat que el consum mitjà diari d'aigua no varia massa en els mesos d'estiu i d'hivern es pot establir un consum més o menys invariable.

Considerant una ocupació diària de 4 persones al dia amb una consum de 35 litres per persona, el volum requerit diari és de 140 litres.



Es produeix aigua calenta a la temperatura d'ús durant les hores de Sol per ser consumida unes hores més tard. Es disposa d'un captador solar model Roca PS i es selecciona un volum de 75 litres per m² de captador. El volum òptim d'acumulació és:

$$V_{\text{acumulador}} = n \cdot 75 \quad \text{Eq. 2.17.}$$

On:

$V_{\text{acumulador}}$ és el volum del dipòsit [L]

n són els metres quadrats de col·lectors destinats a la producció d'ACS

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

La superfície útil per cada col·lector és de 1.78 m^2 , al només tenir un col·lector, es disposa de la superfície útil de $1,78 \text{ m}^2$.

La capacitat òptima de l'acumulador correspon a 133,5 litres, amb el qual es cobreix el consum mitjà diari.

2.1.5.1. Elecció del dipòsit d'ACS.

El dipòsit escollit per l'ACS pertany a la casa Saunier Duval donada la gran varietat de capacitats i flexibilitat de construcció que ofereix. Els dipòsits són d'acer inoxidable i duu un aïllament a tota la superfície del dipòsit.



El dipòsit seleccionat té una capacitat de 150 litres de la casa Saunier Duval model BDS 1150. En el plec de condicions a la Taula 4.10. es mostren les característiques del dipòsit.

Aquest dipòsit ha estat seleccionat per dues raons: el seu baix preu i la capacitat que té s'adequa a les necessitats de la instal·lació.

Nota: Degut a la nova normativa vigent del Codi Tècnic de l'Edificació s'han instal·lat resistències flexibles del tipus FFC3 a la canonada de sortida del circuit secundari, per fer la mateixa funció que les interiors del dipòsit, ja que el CTE prohibeix expressament la utilització d'una font convencional dins del dipòsit solar.

2.1.6. Càlcul del vas d'expansió.

En aquest apartat es calcularà el volum mínim que haurà de tenir el vas d'expansió de la instal·lació, que serà de tipus tancat. El seu disseny, es realitzarà segons ITE 02.8.4

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

2.1.6.1 Mètode de càlcul.

La funció del vas d'expansió és absorbir l'excés de volum que resulta quan l'aigua o el fluid de la instal·lació augmenta de temperatura, degut al conegut fenomen de la dilatació que experimenten els cossos en general, i els líquids en particular.

Així doncs, en primer lloc caldrà determinar quin és el volum de fluid contingut a la instal·lació (V). Coneixent el volum en litres expansionats per 1 kg d'aigua a diferents temperatures, partint d'una temperatura d'emplenat de 4°C

$$C_e = (3,24 \cdot T^2 + 102,13 \cdot T - 2.708,3) \cdot 10^{-6} \quad \text{Eq. 2.18.}$$

On:

C_e és el coeficient d'expansió de l'aigua a una certa temperatura

T és la temperatura de l'aigua

Una altra manera de calcular C_e partint de qualsevol temperatura és:

$$C_e = \beta (T_{\max} - T_{\min}) \quad \text{Eq. 2.19.}$$

On:

T_{\max} és la temperatura màxima del sistema.



T_{\min} és la temperatura mínima del sistema.

β és el coeficient de dilatació volumètrica del fluid.

De l'Eq. 2.18. es calculen els valors de la Taula 2.20.

| Temperatura (°C) | C_e |
|------------------|---------|
| 40 | 0,00656 |
| 50 | 0,0105 |
| 60 | 0,0151 |
| 70 | 0,0204 |
| 80 | 0,0262 |
| 90 | 0,0328 |

Taula 2.20. Volum expansionat per 1 kg d'aigua segons la temperatura

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

| Diàmetre | Contingut (L) |
|-----------------|----------------------|
| 3/8" | 0,13 |
| 1/2 " | 0,22 |
| 3/4 " | 0,38 |
| 1" | 0,61 |
| 1 1/4 " | 1,10 |
| 1 1/2 " | 1,40 |
| 2 " | 2,30 |
| 2 1/2 " | 3,80 |
| 3" | 5,25 |
| 4" | 8,90 |

Taula 2.21. Volum contingut en m lineal de canonada

El vas d'expansió haurà de tenir una capacitat de, com a mínim, aquest volum. L'expressió matemàtica que relaciona aquests paràmetres és la següent:



$$\Delta V = V \cdot Ce \quad \text{Eq. 2.20.}$$

El volum total de fluid de la instal·lació (V) serà la suma del contingut a les canonades i del contingut en altres elements del sistema, com dipòsits, col·lectors solars, bescanviadors, etc.

El volum mig contingut per metre lineal de canonada d'acer, és el que mostra anteriorment a la Taula 2.21.

2.1.6.2. Vas d'expansió del circuit solar.

Al circuit hidràulic del circuit solar hi circula una barreja d'aigua i anticongelant, el coeficient de dilatació volumètrica del qual es desconeix.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

Per calcular β (el coeficient de dilatació) de l'anticongelant s'ha emprat una gràfica, obtinguda d'un full d'especificacions de l'empresa de productes químics Lyondell.

A partir de la gràfica de la Figura 2.4. es pretén calcular el coeficient de dilatació volumètrica del propilenglicol, mitjançant la següent expressió:

$$\beta = \frac{\Delta V}{\Delta T \cdot V_1} = \frac{V_2 - V_1}{(T_2 - T_1) V_1} = \frac{\frac{m}{\rho_2} - \frac{m}{\rho_1}}{(T_2 - T_1) \frac{m}{\rho_1}} = \frac{\frac{\rho_1}{\rho_2} - 1}{(T_2 - T_1)} \quad \text{Eq. 2.21.}$$

On:

β és el coeficient de dilatació volumètrica del propilenglicol, en $^{\circ}\text{C}^{-1}$.

ρ_1 és la densitat en el punt 1 de la gràfica, en kg/m^3 .

ρ_2 és la densitat en el punt 2 de la gràfica, en kg/m^3 .

T_1 és la temperatura en el punt 1 de la gràfica, en $^{\circ}\text{C}$.

T_2 és la temperatura en el punt 2 de la gràfica, en $^{\circ}\text{C}$.

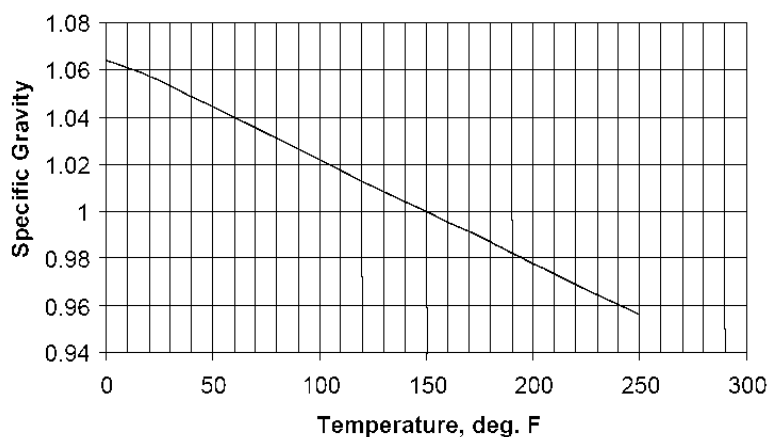




Figura 2.4. Pes específic del propilenglicol en funció de la temperatura.

Per a fer els càlculs s'han escollit com a punt 1 i punt 2 els que corresponen a les temperatures de 50°F i 200°F , respectivament. Per passar-ho a graus Celsius, s'ha emprat la següent expressió:

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

$$T(^{\circ}C) = \frac{5}{9} \cdot (T(^{\circ}F) - 32) \quad \text{Eq. 2.22.}$$

De manera que, $50^{\circ}\text{F} = 10^{\circ}\text{C}$ i $200^{\circ}\text{F} = 93,33^{\circ}\text{C}$

Si s'observa la Figura 2.5., es pot veure que si $T_1 = 50^{\circ}\text{F}$ aleshores $\rho_1 = 1,045 \text{ kg/m}^3$; i que si $T_2 = 200^{\circ}\text{F}$, $\rho_2 = 0,977 \text{ kg/m}^3$.

Substituint els valors a l'Eq 2.21., s'obté coeficient de dilatació volumètrica del propilenglicol, β_p , de $8,352 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

El coeficient de dilatació volumètrica de l'aigua, β_a , és de $2,100 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Per calcular la variació de volum de la mescla aigua-propilenglicol, cal fer una mitjana ponderada tenint en compte el percentatge en volum de cadascun dels components:

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta V_a + \Delta V_p}{V} = \Delta T \cdot \left(\frac{\beta_a \cdot V_a}{V} + \frac{\beta_p \cdot V_p}{V} \right) = (T_{\max} - T_{\min}) (\beta_a \cdot p_a + \beta_p \cdot p_p) \quad \text{Eq. 2.23.}$$

On:



p_a és la fracció d'aigua, i val 0,70.

p_p és fracció de propilenglicol, i val 0,30.

Ara cal determinar T_{\max} i T_{\min} de la mescla anticongelant. Donat que la vàlvula de seguretat no actuarà fins que el fluid arrenqui a bullir, a $102,22^{\circ}\text{C}$ es pot establir T_{\max} en aquest valor. Per determinar T_{\min} , la majoria de referències tècniques coincideixen en establir-la en 4°C , que és quan l'aigua està en el seu volum mínim (per sota de 4°C la relació temperatura-increment de volum no és lineal i canvia de pendent).

Aleshores, substituint aquests valors a l'Eq 2.24. s'obté els següents resultats:

$$\frac{\Delta V}{V} = 3,904 \cdot 10^{-2} \quad \text{Eq. 2.24.}$$

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

El darrer pas és determinar el volum total de fluid a la instal·lació. Aquest càlcul es detalla a la Taula 2.22, i ha estat desglossat en el volum que contenen les canonades i el volum que conté el col·lector solar, sumat al volum de l'intercanviador del tanc d'aigua calenta sanitària.

| Element | Diàmetre nominal | Longitud (m) | Volum (L) |
|----------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|
| Canonada de Cu | 3/4" | 32 | 9,16 |
| Intercanviador d'ACS | 3/4 " | 12,516 | 3,58 |
| | Volum/col·lector (L) | Nombre de col·lectors | |
| Col·lectors solar | 1,37 | 1 | 1,37 |
| TOTAL | | | 14,11 |

Taula 2.22. Volum total de fluid al circuit



Per últim es calcula l'increment de volum del fluid caloportador, mitjançant l'Eq 2.25. Substituint els valors s'obté un ΔV de 0,55 litres.

$$\Delta V = V \cdot \frac{\Delta V}{V} \quad \text{Eq. 2.25.}$$

Segons el RITE, el volum mínim del vas d'expansió ha de ser el 6% del volum total de fluid del circuit. Segons aquesta condició es té que, si el volum total de fluid del circuit solar és de 14,11 L, aleshores el vas d'expansió ha de tenir un volum mínim de 0,8466 litres.

$$V = V_{\text{TOTAL}} \cdot 0,06 \quad \text{Eq. 2.26.}$$

Segons els càlculs realitzats, el volum mínim que compleix ambdues restriccions és 0,85 L, per la instal·lació que es projecta es selecciona el vas d'expansió de la marca CALEFFI i model 555 amb una capacitat de 5 litres, al no haver-hi cap de més petit.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

2.1.7. Càlcul d'aïllament de les canonades.

L'objectiu d'aquest apartat és determinar l'espessor d'aïllament que s'haurà d'instal·lar segons normativa a les canonades que conformen la instal·lació.

Segons el RITE els components d'una instal·lació (equips, aparells, conduccions i accessoris) tindran aïllament tèrmic quan continguin fluids a temperatures:

- inferiors a la d'ambient.

- superiors a 40°C i estiguin situats a locals no calefactats.

Es determinen els espessors mínims d'aïllament de les canonades segons la temperatura del fluid que hi circula i el diàmetre de la canonada. Aquests valors es donen per a una conductivitat tèrmica de referència de l'aïllant de 0,040 W/m·°C a 20°C. Com que a la instal·lació projectada s'empra un aïllant amb una conductivitat tèrmica diferent, l'espessor mínim s'obtindrà segons la següent expressió:

$$e = \frac{D_{ext}}{2} \left[\exp \left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot e_{ref}}{D_{ext}} + 1 \right) \right) - 1 \right] \quad \text{Eq 2.27}$$

On:



e és l'espessor mínim d'aïllament, en mm.

d_{ext} és el diàmetre exterior de la canonada, en mm.

k és la conductivitat tèrmica a 20°C de l'aïllament, en W/m·°C.

k_{ref} és la conductivitat tèrmica de referència, en W/m·°C.

e_{ref} és l'espessor mínim d'aïllament de referència, en mm.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

Els diàmetres comercials més utilitzats es poden veure a la Taula 2.15. segons el llibre “ASHRAE 2000 HVAC Systems and Equipment Handbook”, A.A.V.V. (2000). Hi ha tres tipus de canonades de coure: K, L i M. Les de tipus K són les que suporten més pressió, i les M les que menys. Com que la instal·lació del present projecte treballa amb baixes pressions, únicament es tindran en compte les canonades de tipus M, veure Taula 2.23.

| Diàmetre nominal (“) | Diàmetre exterior (mm) | Diàmetre interior (mm) | Espessor paret (mm) |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 3/8 | 12,70 | 11,43 | 0,64 |
| 1/2 | 15,88 | 14,45 | 0,71 |
| 3/4 | 22,23 | 20,60 | 0,81 |
| 1 | 28,58 | 26,80 | 0,89 |
| 1-1/4 | 34,93 | 32,79 | 1,07 |
| 1-1/2 | 41,28 | 38,79 | 1,24 |
| 2 | 53,98 | 51,03 | 1,47 |



Taula 2.23. Diàmetres comercials de canonades de coure de tipus M.

Nota: El diàmetre que s'utilitza per resoldre el càlcul de l'Eq 2.27 és el diàmetre exterior de la canonada de 3/4 ” i correspon a 22,23 mm. (veure Taula 2.23.)

Segons les taules del RITE i tenint en compte les temperatures de treball i els diàmetres de les canonades, la Taula 2.24. i la Taula 2.25. mostren els espessors d'aïllament de referència per a les canonades amb un fluid interior calent.

| Diámetro exterior (mm) | | Temperatura máxima del fluido (°C) | | |
|-------------------------------|---------|---|------------|-------------|
| | | 40...60 | > 60...100 | > 100...180 |
| | D ≤ 35 | 25 | 25 | 30 |
| 35 < | D ≤ 60 | 30 | 30 | 40 |
| 60 < | D ≤ 90 | 30 | 30 | 40 |
| 90 < | D ≤ 140 | 30 | 40 | 50 |
| 140 < | D | 35 | 40 | 50 |

Taula 2.24. Espessors mínims d'aïllament (mm) de canonades i accessoris que transporten fluids calents per l'interior dels edificis.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

| Diàmetre exterior (mm) | | | | Temperatura máxima del fluido (°C) | | |
|------------------------|---|---|-------|------------------------------------|------------|-------------|
| | | | | 40...60 | > 60...100 | > 100...180 |
| | D | ≤ | 35 | 35 | 35 | 40 |
| 35 | < | D | ≤ 60 | 40 | 40 | 50 |
| 60 | < | D | ≤ 90 | 40 | 40 | 50 |
| 90 | < | D | ≤ 140 | 40 | 50 | 60 |
| 140 | < | D | | 45 | 50 | 60 |

Taula 2.25. Espessors mínims d'aïllament (mm) de canonades i accessoris que transporten fluids calents per l'exterior dels edificis.

Segons el fabricant Isocell l'aïllant utilitzat té una conductivitat tèrmica mitja de 0,03719 W/m°C, amb aquesta dada es podrà calcular el gruix d'aïllament que especifica la normativa.

De manera que l'espessor mínim que caldrà instal·lar s'ha corregit i els resultats es mostren a la Taula 2.26.

Nota: Cal tenir en compte que per la conductivitat de referència s'ha agafat el valor 0,04 W/m°C i per la conductivitat del material s'ha agafat el valor 0,037 W/m°C



| Zona | Local | D _{nominal} | d _{ext} (mm) | e _{ref} (mm) | e _{min} (mm) |
|---------------|----------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Circuit solar | Exterior | 3/4" | 22,23 | 35 | 30,33 |
| Circuit solar | Interior | 3/4" | 22,23 | 25 | 21,94 |

Taula 2.26. Resultats de la correcció de l'espessor d'aïllament mínim.

Els resultats finals es mostren a la Taula 2.27



| Zona | Tipus d'aïllament | Local | d _{nominal} | e _{min} (mm) | e instalat (mm) |
|---------------|------------------------|----------|----------------------|-----------------------|-----------------|
| Circuit solar | Polietilè expandit 104 | Exterior | 3/4" | 30,33 | 40 |
| Circuit solar | Polietilè expandit 104 | Interior | 3/4" | 21,94 | 30 |

Taula 2.27. Aïllament seleccionat

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Nota: S'ha cregut convenient instal·lar un aïllament exterior amb un gruix de 40 mm ja que el fabricant només dóna la possibilitat d'instal·lar-ne de 30 o 40 mm, i d'aquesta forma s'evita la pèrdua de calor encara que l'aïllament instal·lat sigui una mica més car econòmicament.



La xarxa de distribució d'aigua calenta sanitària, des del dipòsit d'acumulació fins als punts de consum, no és objecte d'aquest projecte.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

2.2. CATÀLEGS I COMPONENTS.

Els catàlegs dels components de la instal·lació es troben dins el cd que s'adjunta, a la carpeta "Catàlegs". Els catàlegs inclosos es llisten a continuació:

- Col·lector solar Roca PS.
- Bomba de circulació ROCA PC 1025.
- Centralita de regulació Resol DeltaSol ES.
- Electrovàlvula de 3 vies Salvador Escoda SF 20 EB.
- Vàlvula d'equilibrat Tour & Andersson STAD-25.
- Vas d'expansió de 5 litres CALEFFI 555.
- Sensor de radiació solar Resol CS10.
- Sonda de temperatura Resol T28.
- Purgador automàtic Voss Purg-O-Mat 150.
- Dipòsit ACS Saunier Duval BDS 1150.
- Sonda de temperatura dels dipòsits Resol FKP150.
- Canonades i accessoris de coure NACOBRE.
- Manòmetre vertical Salvador Escoda.
- Vàlvula de bola ROCA.
- Vàlvula de seguretat regulable Salvador Escoda.
- Filtre per a partícules sòlides Salvador Escoda.
- Aïllament de canonades Isover.



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

2.3. TAULES I DIAGRAMES.

En aquest capítol es mostren les taules i diagrames extrets de diferents fonts que s'han emprat en els càlculs i en altres capítols del present projecte. La informació s'ha organitzat segons l'apartat en el qual s'ha utilitzat.



2.3.1. Informació emprada en la selecció del col·lector solar.

Temperatura ambient mitjana mensual, segons “Producció de l'energia tèrmica” (Figura 2.5.)

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Granada ($\phi = 37.18$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 6.5 | 8.1 | 11.1 | 13.5 | 16.3 | 21.9 | 25.5 | 25.1 | 21.5 | 15.8 | 11.1 | 7.2 |
| DD | 257.3 | 196.0 | 155.0 | 69.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 132.0 | 232.5 |
| T_{XARXA} | 6 | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 13 | 12 | 11 | 9 | 6 |
| Guadalaj. ($\phi = 40.63$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 8.1 | 10.4 | 14.7 | 17.9 | 21.5 | 26.7 | 31.5 | 30.5 | 25.9 | 18.6 | 12.1 | 8.5 |
| DD | 288.5 | 241.8 | 210.0 | 121.3 | 46.2 | 3.0 | 0 | 0 | 5.2 | 54.0 | 183.9 | 294.7 |
| T_{XARXA} | 6 | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 13 | 12 | 11 | 9 | 6 |
| Huelva ($\phi = 37.25$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 11.2 | 12.3 | 14.4 | 16.6 | 18.8 | 22.3 | 25.1 | 25.2 | 23.1 | 19.4 | 15.2 | 11.9 |
| DD | 91.8 | 60.3 | 48.1 | 16.1 | 2.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.3 | 25.8 | 99.8 |
| T_{XARXA} | 8 | 9 | 11 | 13 | 14 | 15 | 16 | 15 | 14 | 13 | 11 | 8 |
| Huesca ($\phi = 42.15$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 4.3 | 6.1 | 9.7 | 12.4 | 15.9 | 19.9 | 22.8 | 22.5 | 19.3 | 14.1 | 8.9 | 5.4 |
| DD | 314.0 | 244.9 | 202.3 | 121.1 | 42.2 | 4.4 | 0 | 0.1 | 6.8 | 57.8 | 182.4 | 324.6 |
| T_{XARXA} | 5 | 6 | 8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 12 | 11 | 10 | 8 | 5 |
| Jaén ($\phi = 37.77$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 8.1 | 9.5 | 12.3 | 14.9 | 18.4 | 27.8 | 27.7 | 27.3 | 23.4 | 17.6 | 12.7 | 8.9 |
| DD | 188.0 | 146.0 | 119.0 | 54.0 | 17.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.0 | 91.0 | 179.0 |
| T_{XARXA} | 8 | 9 | 11 | 13 | 14 | 15 | 17 | 16 | 14 | 13 | 11 | 7 |
| León ($\phi = 42.58$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 2.8 | 4.2 | 7.6 | 9.9 | 12.5 | 17.2 | 19.7 | 19.5 | 16.6 | 11.8 | 7.0 | 3.6 |
| DD | 403.0 | 333.2 | 29.76 | 20.40 | 80.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.43 | 29.10 | 36.89 |
| T_{XARXA} | 4 | 5 | 7 | 9 | 10 | 11 | 12 | 11 | 10 | 9 | 7 | 4 |
| Lleida ($\phi = 41.62$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 4.9 | 7.2 | 11.4 | 14.6 | 18.3 | 21.9 | 24.8 | 24.6 | 21.6 | 15.5 | 9.5 | 5.7 |
| DD | 300.3 | 204.4 | 156.8 | 74.5 | 14.3 | 0.2 | 0 | 0 | 2.0 | 41.0 | 174.2 | 302.4 |
| T_{XARXA} | 5 | 6 | 8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 12 | 11 | 10 | 8 | 5 |
| Logroño ($\phi = 42.45$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 5.1 | 6.5 | 9.7 | 11.9 | 14.9 | 19.1 | 21.8 | 21.5 | 19.0 | 13.8 | 8.9 | 6.1 |
| DD | 288.1 | 230.3 | 203.5 | 143.3 | 50.7 | 8.2 | 0 | 0.3 | 14.3 | 93.1 | 190.0 | 284.6 |
| T_{XARXA} | 6 | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 13 | 12 | 11 | 9 | 6 |



Figura 2.5. Temperatures ambient mitjanes mensuals.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Temperatures màximes i mínimes mitjanes a Lleida des de 1971 fins a 2000 segons el Instituto Nacional de Meteorología (Taula 2.28 i Taula 2.29)

| Lleida (observatori-2) | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| Període: 1971-2000 Alçada (m): 192 Latitud: 41° 37' 33" Longitud: -0° 35' 43" | | | | | | | | | | | | |
| MES | T | TM | Tm | R | H | DR | DN | DT | DF | DH | DD | I |
| G | 5.3 | 9.6 | 1.0 | 26 | 81 | 4 | 1 | 0 | 12 | 13 | 5 | 116 |
| F | 7.9 | 13.7 | 2.2 | 14 | 70 | 3 | 0 | 0 | 5 | 8 | 7 | 167 |
| M | 10.8 | 17.5 | 4.2 | 27 | 61 | 4 | 0 | 0 | 3 | 3 | 8 | 226 |
| A | 13.2 | 19.8 | 6.5 | 37 | 58 | 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 6 | 248 |
| M | 17.3 | 24.0 | 10.5 | 49 | 58 | 6 | 0 | 3 | 1 | 0 | 5 | 279 |
| J | 21.4 | 28.5 | 14.4 | 34 | 54 | 4 | 0 | 3 | 0 | 0 | 9 | 313 |
| J | 24.7 | 32.2 | 17.2 | 12 | 51 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 14 | 348 |
| A | 24.5 | 31.6 | 17.4 | 21 | 56 | 3 | 0 | 4 | 0 | 0 | 12 | 313 |
| S | 20.7 | 27.3 | 14.1 | 39 | 63 | 4 | 0 | 2 | 1 | 0 | 8 | 250 |
| O | 15.3 | 21.2 | 9.4 | 39 | 71 | 4 | 0 | 1 | 4 | 0 | 6 | 200 |
| N | 9.3 | 14.2 | 4.4 | 28 | 79 | 4 | 0 | 0 | 11 | 5 | 5 | 137 |
| D | 6.0 | 9.8 | 2.1 | 28 | 83 | 4 | 0 | 0 | 14 | 10 | 5 | 96 |
| Any | 14.7 | 20.8 | 8.6 | 369 | 66 | 46 | 1 | 18 | 53 | 37 | 91 | 2685 |

Taula 2.28. Informació meteorològica de Lleida des de 1971 fins a 2000.



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

| Llegenda | |
|-----------------|--|
| T | Temperatura mitja mensual/anual (°C) |
| TM | Mitja mensual/anual de las temperatures màximes diàries (°C) |
| Tm | Mitja mensual/anual de las temperatures mínimes diàries (°C) |
| R | Precipitació mensual/anual mitja (mm) |
| H | Humitat relativa mitja (%) |
| DR | Nombre mig mensual/anual de dies de precipitació superior o igual a 1 mm |
| DN | Nombre mig mensual/anual de dies de neu |
| DT | Nombre mig mensual/anual de dies de tempesta |
| DF | Nombre mig mensual/anual de dies de boira |
| DH | Nombre mig mensual/anual de dies de gelada |
| DD | Nombre mig mensual/anual de dies de cel seré |
| I | Nombre mig mensual/anual d' hores de Sol |

Taula 2.29. Informació meteorològica de Lleida des de 1971 fins a 2000.



2.3.2. Informació emprada en el càlcul de l'energia necessària d' ACS.

Temperatura de l'aigua de la xarxa i graus-dia en base 15 de la ciutat de Lleida, segons “Producció de l'energia tèrmica” (Figura 2.6.)

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Granada ($\phi = 37.18$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 6.5 | 8.1 | 11.1 | 13.5 | 16.3 | 21.9 | 25.5 | 25.1 | 21.5 | 15.8 | 11.1 | 7.2 |
| DD | 257.3 | 196.0 | 155.0 | 69.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 132.0 | 232.5 |
| T_{XARXA} | 6 | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 13 | 12 | 11 | 9 | 6 |
| Guadalaj. ($\phi = 40.63$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 8.1 | 10.4 | 14.7 | 17.9 | 21.5 | 26.7 | 31.5 | 30.5 | 25.9 | 18.6 | 12.1 | 8.5 |
| DD | 288.5 | 241.8 | 210.0 | 121.3 | 46.2 | 3.0 | 0 | 0 | 5.2 | 54.0 | 183.9 | 294.7 |
| T_{XARXA} | 6 | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 13 | 12 | 11 | 9 | 6 |
| Huelva ($\phi = 37.25$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 11.2 | 12.3 | 14.4 | 16.6 | 18.8 | 22.3 | 25.1 | 25.2 | 23.1 | 19.4 | 15.2 | 11.9 |
| DD | 91.8 | 60.3 | 48.1 | 16.1 | 2.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.3 | 25.8 | 99.8 |
| T_{XARXA} | 8 | 9 | 11 | 13 | 14 | 15 | 16 | 15 | 14 | 13 | 11 | 8 |
| Huesca ($\phi = 42.15$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 4.3 | 6.1 | 9.7 | 12.4 | 15.9 | 19.9 | 22.8 | 22.5 | 19.3 | 14.1 | 8.9 | 5.4 |
| DD | 314.0 | 244.9 | 202.3 | 121.1 | 42.2 | 4.4 | 0 | 0.1 | 6.8 | 57.8 | 182.4 | 324.6 |
| T_{XARXA} | 5 | 6 | 8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 12 | 11 | 10 | 8 | 5 |
| Jaén ($\phi = 37.77$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 8.1 | 9.5 | 12.3 | 14.9 | 18.4 | 27.8 | 27.7 | 27.3 | 23.4 | 17.6 | 12.7 | 8.9 |
| DD | 188.0 | 146.0 | 119.0 | 54.0 | 17.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.0 | 91.0 | 179.0 |
| T_{XARXA} | 8 | 9 | 11 | 13 | 14 | 15 | 17 | 16 | 14 | 13 | 11 | 7 |
| León ($\phi = 42.58$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 2.8 | 4.2 | 7.6 | 9.9 | 12.5 | 17.2 | 19.7 | 19.5 | 16.6 | 11.8 | 7.0 | 3.6 |
| DD | 403.0 | 333.2 | 29.76 | 20.40 | 80.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.43 | 29.10 | 36.89 |
| T_{XARXA} | 4 | 5 | 7 | 9 | 10 | 11 | 12 | 11 | 10 | 9 | 7 | 4 |
| Lleida ($\phi = 41.62$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 4.9 | 7.2 | 11.4 | 14.6 | 18.3 | 21.9 | 24.8 | 24.6 | 21.6 | 15.5 | 9.5 | 5.7 |
| DD | 300.3 | 204.4 | 156.8 | 74.5 | 14.3 | 0.2 | 0 | 0 | 2.0 | 41.0 | 174.2 | 302.4 |
| T_{XARXA} | 5 | 6 | 8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 12 | 11 | 10 | 8 | 5 |
| Logroño ($\phi = 42.45$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| T_a | 5.1 | 6.5 | 9.7 | 11.9 | 14.9 | 19.1 | 21.8 | 21.5 | 19.0 | 13.8 | 8.9 | 6.1 |
| DD | 288.1 | 230.3 | 203.5 | 143.3 | 50.7 | 8.2 | 0 | 0.3 | 14.3 | 93.1 | 190.0 | 284.6 |
| T_{XARXA} | 6 | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 13 | 12 | 11 | 9 | 6 |

Figura 2.6. Temperatura de l'aigua de la xarxa i graus-dia en base 15.



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

2.3.3. Informació emprada en el càlcul de l'energia solar incident.

Radiació sobre una superfície horitzontal i índex de nuvolositat a la ciutat de Lleida, segons “Producció de l'energia tèrmica” (Figura 2.7.).

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Huelva ($\phi = 37.25$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| \bar{H} (kJ/m ² -dia) | 7572 | 11858 | 15796 | 20796 | 24036 | 25632 | 28596 | 24640 | 20612 | 13068 | 8670 | 5884 |
| \bar{K}_T | 0.46 | 0.54 | 0.55 | 0.59 | 0.61 | 0.62 | 0.67 | 0.67 | 0.66 | 0.54 | 0.48 | 0.44 |
| Huesca ($\phi = 42.15$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| \bar{H} (kJ/m ² -dia) | 6434 | 11472 | 14994 | 17614 | 20608 | 22330 | 23894 | 20734 | 15420 | 11370 | 8772 | 4868 |
| \bar{K}_T | 0.47 | 0.59 | 0.57 | 0.52 | 0.53 | 0.54 | 0.59 | 0.57 | 0.52 | 0.52 | 0.44 | 0.41 |
| Jaén ($\phi = 37.77$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| \bar{H} (kJ/m ² -dia) | 62070 | 9906 | 14671 | 18057 | 20189 | 24411 | 26835 | 24285 | 19646 | 11620 | 7774 | 6311 |
| \bar{K}_T | 0.38 | 0.46 | 0.52 | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0.66 | 0.65 | 0.63 | 0.48 | 0.43 | 0.42 |
| León ($\phi = 42.58$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| \bar{H} (kJ/m ² -dia) | 5600 | 10726 | 13652 | 17314 | 19144 | 23574 | 24820 | 21668 | 15406 | 10630 | 8972 | 4216 |
| \bar{K}_T | 0.42 | 0.56 | 0.52 | 0.51 | 0.49 | 0.57 | 0.61 | 0.60 | 0.53 | 0.49 | 0.44 | 0.35 |
| Lleida ($\phi = 41.52$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| \bar{H} (kJ/m ² -dia) | 6078 | 12168 | 15592 | 19226 | 21954 | 24282 | 24638 | 21340 | 16740 | 11980 | 6302 | 4006 |
| \bar{K}_T | 0.44 | 0.62 | 0.58 | 0.56 | 0.53 | 0.58 | 0.61 | 0.59 | 0.57 | 0.54 | 0.40 | 0.32 |
| Logroño ($\phi = 42.45$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| \bar{H} (kJ/m ² -dia) | 5966 | 9630 | 13606 | 18254 | 21228 | 23572 | 25224 | 21396 | 16538 | 11806 | 6740 | 5024 |
| \bar{K}_T | 0.45 | 0.50 | 0.52 | 0.54 | 0.54 | 0.57 | 0.62 | 0.59 | 0.56 | 0.54 | 0.45 | 0.42 |
| Lugo ($\phi = 43.10$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| \bar{H} (kJ/m ² -dia) | 3868 | 7238 | 8590 | 13566 | 13836 | 16734 | 17034 | 15242 | 11302 | 9146 | 5342 | 3156 |
| \bar{K}_T | 0.30 | 0.38 | 0.33 | 0.40 | 0.35 | 0.40 | 0.42 | 0.42 | 0.39 | 0.43 | 0.36 | 0.27 |
| Madrid ($\phi = 40.42$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| \bar{H} (kJ/m ² -dia) | 6362 | 9798 | 14150 | 19552 | 21184 | 23530 | 25874 | 22996 | 18118 | 10762 | 7326 | 6263 |
| \bar{K}_T | 0.43 | 0.46 | 0.52 | 0.57 | 0.54 | 0.57 | 0.64 | 0.63 | 0.54 | 0.47 | 0.45 | 0.47 |
| Málaga ($\phi = 36.85$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| \bar{H} (kJ/m ² -dia) | 8204 | 11556 | 17708 | 18882 | 22818 | 24870 | 25916 | 22316 | 18546 | 13020 | 10134 | 6238 |
| \bar{K}_T | 0.49 | 0.52 | 0.62 | 0.53 | 0.58 | 0.60 | 0.64 | 0.60 | 0.59 | 0.53 | 0.55 | 0.40 |
| Murcia ($\phi = 37.98$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| \bar{H} (kJ/m ² -dia) | 9546 | 11978 | 17208 | 11352 | 25288 | 25748 | 26922 | 23954 | 19090 | 13900 | 9670 | 7746 |
| \bar{K}_T | 0.59 | 0.55 | 0.61 | 0.61 | 0.64 | 0.62 | 0.67 | 0.64 | 0.62 | 0.58 | 0.54 | 0.53 |
| Orense ($\phi = 42.33$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| \bar{H} (kJ/m ² -dia) | 2824 | 6790 | 14072 | 12094 | 8868 | 19184 | 16182 | 18176 | 12548 | 7158 | 5300 | 2440 |
| \bar{K}_T | 0.21 | 0.35 | 0.53 | 0.36 | 0.23 | 0.46 | 0.40 | 0.50 | 0.43 | 0.33 | 0.35 | 0.20 |
| Oviedo ($\phi = 43.35$) | G | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| \bar{H} (kJ/m ² -dia) | 5360 | 7536 | 10428 | 12892 | 15280 | 16622 | 16204 | 14196 | 12100 | 8040 | 5610 | 4272 |
| \bar{K}_T | 0.41 | 0.40 | 0.40 | 0.38 | 0.38 | 0.46 | 0.40 | 0.40 | 0.42 | 0.38 | 0.38 | 0.37 |

Figura 2.7. Radiació solar sobre una superfície horitzontal i índex de nuvolositat.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

2.3.4. Informació emprada en el càlcul de la instal·lació solar.

Dades meteorològiques de Lleida entre 2001 i 2003, segons el Servei Meteorològic de Catalunya (Figura 2.8. Figura 2.9. Figura 2.10.)

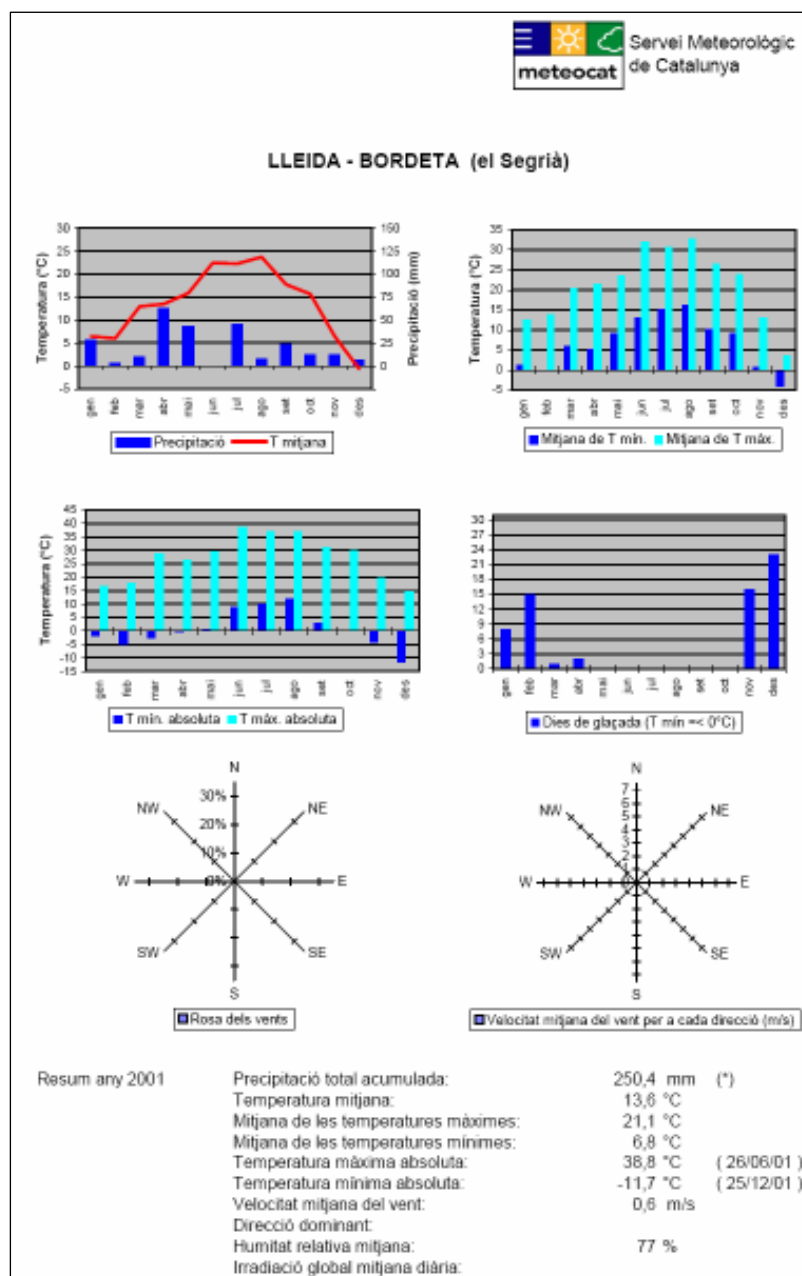




Figura 2.8. Dades meteorològiques de 2001 de l'estació de La Bordeta

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

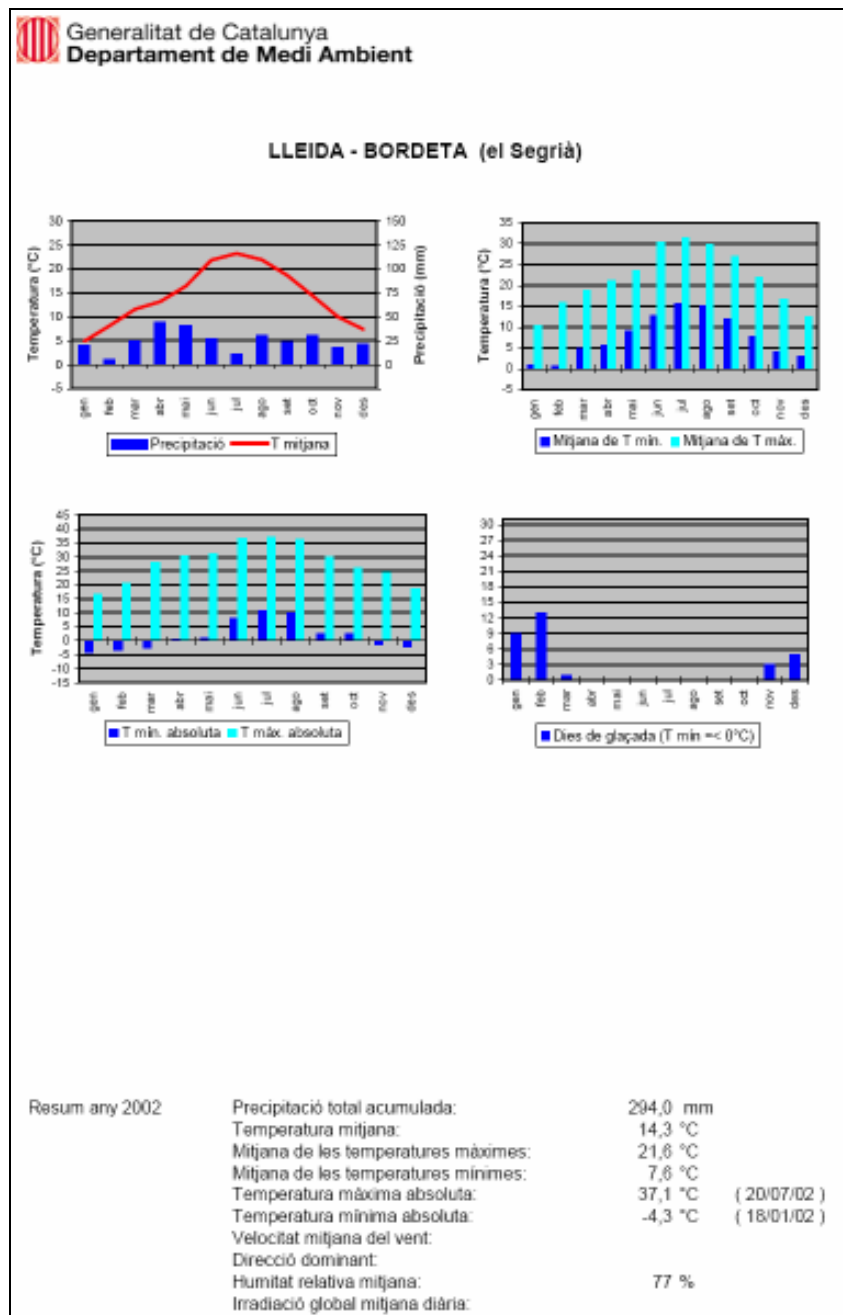




Figura 2.9. Dades meteorològiques de 2002 de l'estació de La Bordeta (Lleida).

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

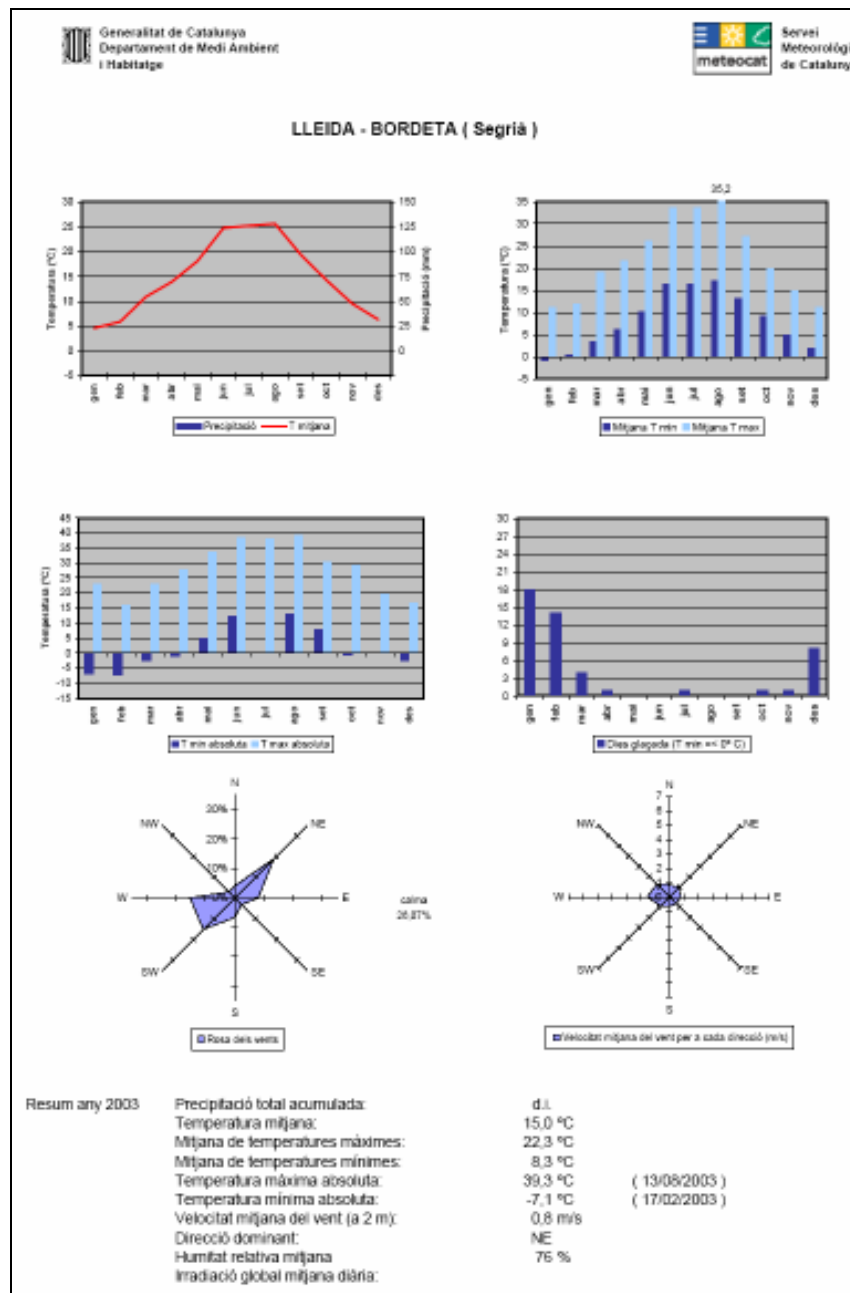




Figura 2.10. Dades meteorològiques de 2003 de l'estació de La Bordeta (Lleida).

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

2.3.5. Informació emprada en el càlcul de les pèrdues de càrrega.

Gràfic de la longitud equivalent (LE), segons “Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas” Figura 2.11.

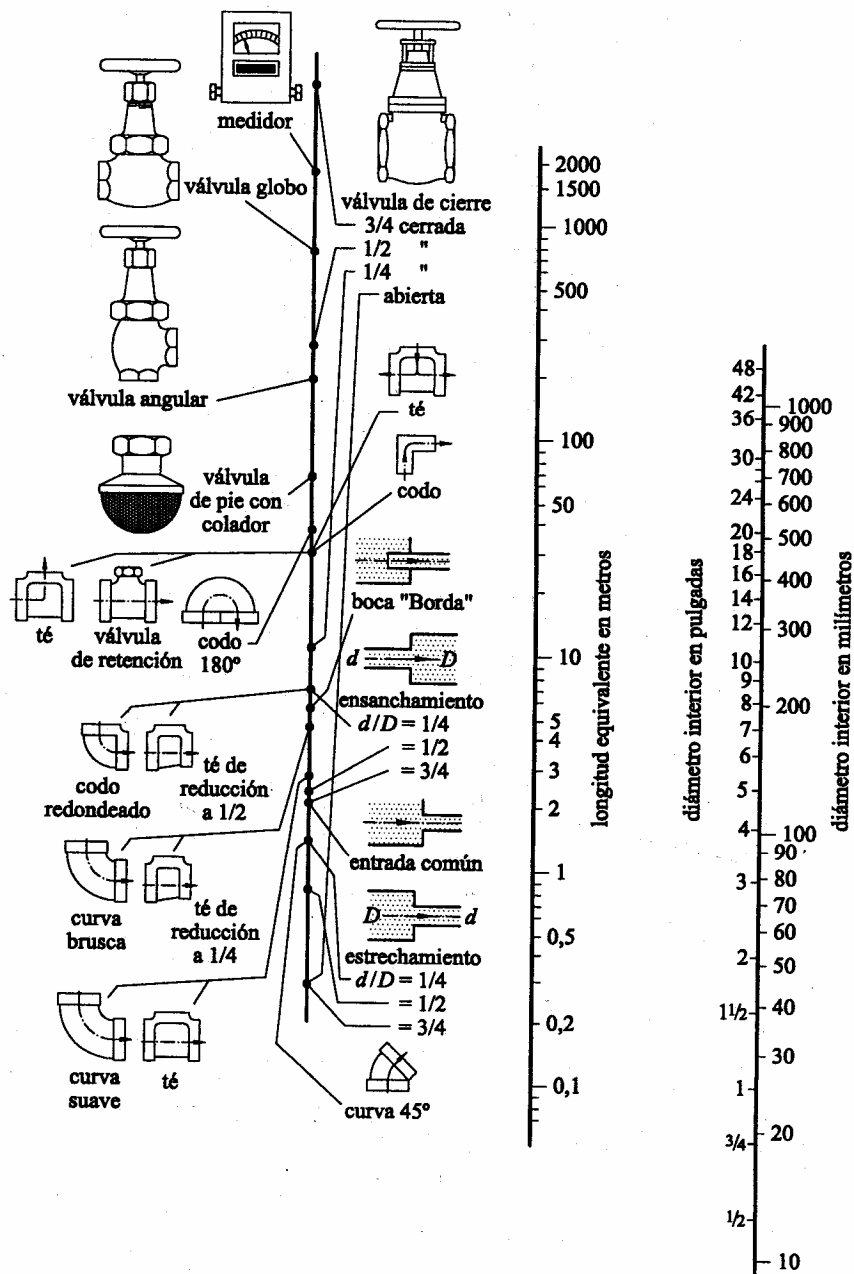




Figura 2.11. Gràfic de la longitud equivalent

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

Taula de la longitud en metres de tram recte de conducció, equivalent a la pèrdua de càrrega de diversos accessoris. Figura 2.12.
























| Clase de resistencia aislada | Diámetros de las tuberías | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/4" | 1 1/2" | 2" | 2 1/2" | 3" | 4" | 5" | 6" | |
|---|---|---------------------------|------|------|------|--------|--------|--------------|--------|-------|-------|-------|-------|--|
| | (mm) | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | |
| Manguito de unión |  | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,09 | 0,12 | 0,15 | 0,20 | 0,25 | |
| Cono de reducción |  | 0,20 | 0,30 | 0,50 | 0,65 | 0,85 | 1,00 | 1,30 | 2,00 | 2,30 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | |
| Codo o curva de 45° |  | 0,20 | 0,34 | 0,43 | 0,47 | 0,56 | 0,70 | 0,83 | 1,00 | 1,18 | 1,25 | 1,45 | 1,63 | |
| Curvas de 90° |  | 0,18 | 0,33 | 0,45 | 0,60 | 0,84 | 0,96 | 1,27 | 1,48 | 1,54 | 1,97 | 2,61 | 3,43 | |
| Codo de 90° |  | 0,38 | 0,50 | 0,63 | 0,76 | 1,01 | 1,32 | 1,71 | 1,94 | 2,01 | 2,21 | 2,94 | 3,99 | |
| "Te" de 45° |  | 1,02 | 0,84 | 0,90 | 0,96 | 1,20 | 1,50 | 1,80 | 2,10 | 2,40 | 2,70 | 3,00 | 3,30 | |
| "te" arqueada o de curvas |  | | | | | | | | | | | | | |
| "pantalones" |  | 1,50 | 1,68 | 1,80 | 1,92 | 2,40 | 3,00 | 3,60 | 4,20 | 4,80 | 5,40 | 6,00 | 6,60 | |
| "Te" confluencia de ramal |  | | | | | | | | | | | | | |
| "paso recto" |  | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,20 | |
| "Te" derivación a ramal |  | 1,80 | 2,50 | 3,00 | 3,60 | 4,10 | 4,60 | 5,00 | 5,50 | 6,20 | 6,90 | 7,70 | 8,90 | |
| Válvula de retención de batiente |  | 0,20 | 0,30 | 0,55 | 0,75 | 1,15 | 1,50 | 1,90 | 2,65 | 3,40 | 4,85 | 6,60 | 8,30 | |
| De pistón |  | 1,33 | 1,70 | 2,32 | 2,85 | 3,72 | 4,67 | 5,75 | 6,91 | 8,40 | 11,1 | 12,8 | 15,4 | |
| Válvula de compuerta abierta |  | 0,14 | 0,18 | 0,21 | 0,26 | 0,36 | 0,44 | 0,55 | 0,69 | 0,81 | 1,09 | 1,44 | 1,70 | |
| Válvula de paso recto y asiento inclinado |  | 1,10 | 1,34 | 1,74 | 2,28 | 2,89 | 3,46 | 4,53 | 5,51 | 6,69 | 8,80 | 10,8 | 13,1 | |
| Válvula de escuadra o ángulo (abierto) |  | 1,90 | 2,55 | 3,35 | 4,30 | 5,60 | 6,85 | 8,60 | 1,1 | 13,7 | 17,1 | 21,2 | 25,5 | |
| Válvula de asiento de paso recto |  | — | 3,40 | 3,60 | 4,50 | 5,65 | 8,10 | 9,00 | — | — | — | — | — | |
| Radiador |  | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 | 5,00 | 5,75 | 6,50 | 7,00 | 7,50 | 8,00 | 10,00 | |
| Radiador con valvulería |  | 3,75 | 4,40 | 5,25 | 6,00 | 6,75 | 7,50 | 8,80 | 10,10 | 11,40 | 12,70 | 14,00 | 15,00 | |
| Caldera |  | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 | 5,00 | 5,75 | 6,50 | 7,00 | 7,50 | 8,00 | 10,00 | |
| Caldera con valvulería |  | 3,00 | 4,20 | 4,90 | 5,60 | 6,30 | 7,00 | 8,00 | 8,75 | 9,59 | 10,00 | 11,00 | 12,00 | |
| Contador | | general | | | | | | 4,5 m.c.d.a. | | | | | | |
| | | individual o divisionario | | | | | | 10 m.c.d.a. | | | | | | |

Figura 2.12. Taula de les pèrdues en accessoris i vàlvules

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



Dimensions de les canonades de coure, “ASHRAE 2000 HVAC Systems and Equipment Handbook” (Figura 2.13.)

Table 3 Copper Tube Data

| Nominal Diameter, in. | Type | Wall Thickness, in. | Diameter | | Surface Area | | Cross Section | | Weight | | Working Pressure ^{a,b,c} ASTM B88 to 250°F | |
|-----------------------|------|---------------------|----------------|---------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|--------------|---|-------------|
| | | | Outside D, in. | Inside d, in. | Outside, ft ² /ft | Inside, ft ² /ft | Metal Area, in ² | Flow Area, in ² | Tube, lb/ft | Water, lb/ft | Annealed, psig | Drawn, psig |
| 1/8 | K | 0.035 | 0.375 | 0.305 | 0.098 | 0.080 | 0.037 | 0.073 | 0.145 | 0.032 | 851 | 1590 |
| | L | 0.030 | 0.375 | 0.315 | 0.098 | 0.082 | 0.033 | 0.078 | 0.126 | 0.034 | 730 | 1368 |
| | M | 0.049 | 0.500 | 0.402 | 0.131 | 0.100 | 0.068 | 0.127 | 0.269 | 0.055 | 894 | 1676 |
| 3/16 | K | 0.035 | 0.500 | 0.430 | 0.131 | 0.113 | 0.051 | 0.145 | 0.198 | 0.063 | 638 | 1157 |
| | L | 0.025 | 0.500 | 0.450 | 0.131 | 0.118 | 0.037 | 0.159 | 0.145 | 0.069 | 456 | 855 |
| | M | 0.049 | 0.625 | 0.527 | 0.164 | 0.138 | 0.089 | 0.218 | 0.344 | 0.094 | 715 | 1341 |
| 1/2 | K | 0.040 | 0.625 | 0.545 | 0.164 | 0.143 | 0.074 | 0.233 | 0.285 | 0.101 | 584 | 1094 |
| | L | 0.028 | 0.625 | 0.569 | 0.164 | 0.149 | 0.053 | 0.254 | 0.203 | 0.110 | 409 | 766 |
| | M | 0.049 | 0.750 | 0.652 | 0.196 | 0.171 | 0.108 | 0.334 | 0.416 | 0.144 | 596 | 1117 |
| 5/8 | K | 0.042 | 0.750 | 0.668 | 0.196 | 0.174 | 0.093 | 0.348 | 0.362 | 0.151 | 511 | 958 |
| | L | 0.035 | 0.875 | 0.745 | 0.229 | 0.195 | 0.165 | 0.436 | 0.641 | 0.189 | 677 | 1270 |
| | M | 0.045 | 0.875 | 0.785 | 0.229 | 0.206 | 0.117 | 0.484 | 0.455 | 0.209 | 489 | 879 |
| 3/4 | K | 0.032 | 0.875 | 0.811 | 0.229 | 0.212 | 0.085 | 0.517 | 0.328 | 0.224 | 334 | 625 |
| | L | 0.065 | 1.125 | 0.995 | 0.295 | 0.250 | 0.216 | 0.778 | 0.839 | 0.336 | 527 | 988 |
| | M | 0.050 | 1.125 | 1.025 | 0.295 | 0.268 | 0.169 | 0.825 | 0.854 | 0.357 | 406 | 780 |
| 1 | K | 0.035 | 1.125 | 1.055 | 0.295 | 0.278 | 0.120 | 0.874 | 0.464 | 0.378 | 284 | 532 |
| | L | 0.065 | 1.375 | 1.245 | 0.360 | 0.328 | 0.268 | 1.217 | 1.037 | 0.527 | 431 | 808 |
| | M | 0.042 | 1.375 | 1.265 | 0.360 | 0.331 | 0.228 | 1.257 | 0.884 | 0.544 | 365 | 684 |
| 1-1/8 | K | 0.042 | 1.375 | 1.291 | 0.360 | 0.339 | 0.176 | 1.309 | 0.882 | 0.566 | 279 | 522 |
| | L | 0.040 | 1.375 | 1.295 | 0.360 | 0.338 | 0.168 | 1.317 | 0.850 | 0.570 | 265 | 497 |
| | M | 0.072 | 1.625 | 1.481 | 0.425 | 0.380 | 0.351 | 1.723 | 1.391 | 0.745 | 404 | 758 |
| 1-1/2 | K | 0.060 | 1.625 | 1.505 | 0.425 | 0.394 | 0.295 | 1.779 | 1.143 | 0.770 | 337 | 631 |
| | L | 0.049 | 1.625 | 1.527 | 0.425 | 0.400 | 0.243 | 1.831 | 0.940 | 0.792 | 275 | 516 |
| | M | 0.042 | 1.625 | 1.541 | 0.425 | 0.403 | 0.209 | 1.865 | 0.805 | 0.807 | 236 | 442 |
| 2 | K | 0.083 | 2.125 | 1.959 | 0.556 | 0.513 | 0.532 | 3.014 | 2.050 | 1.304 | 356 | 668 |
| | L | 0.070 | 2.125 | 1.985 | 0.556 | 0.520 | 0.452 | 3.095 | 1.751 | 1.339 | 300 | 573 |
| | M | 0.058 | 2.125 | 2.009 | 0.556 | 0.526 | 0.377 | 3.170 | 1.459 | 1.372 | 249 | 467 |
| 2-1/2 | K | 0.042 | 2.125 | 2.041 | 0.556 | 0.534 | 0.275 | 3.272 | 1.055 | 1.419 | 180 | 338 |
| | L | 0.095 | 2.625 | 2.435 | 0.687 | 0.637 | 0.755 | 4.657 | 2.926 | 2.015 | 330 | 619 |
| | M | 0.080 | 2.625 | 2.485 | 0.687 | 0.645 | 0.640 | 4.772 | 2.479 | 2.085 | 278 | 521 |
| 3 | K | 0.065 | 2.625 | 2.495 | 0.687 | 0.653 | 0.523 | 4.889 | 2.026 | 2.118 | 228 | 423 |
| | L | 0.109 | 3.125 | 2.907 | 0.818 | 0.791 | 1.033 | 6.637 | 4.002 | 2.872 | 318 | 596 |
| | M | 0.090 | 3.125 | 2.945 | 0.818 | 0.771 | 0.858 | 6.812 | 3.325 | 2.947 | 263 | 492 |
| 3-1/2 | K | 0.072 | 3.125 | 2.981 | 0.818 | 0.780 | 0.691 | 6.979 | 2.876 | 3.020 | 210 | 394 |
| | L | 0.045 | 3.125 | 3.035 | 0.818 | 0.795 | 0.435 | 7.234 | 1.687 | 3.130 | 131 | 246 |
| 4 | K | 0.120 | 3.625 | 3.385 | 0.949 | 0.888 | 1.321 | 8.569 | 5.120 | 3.894 | 302 | 565 |
| | L | 0.100 | 3.625 | 3.425 | 0.949 | 0.897 | 1.107 | 9.213 | 4.291 | 3.987 | 252 | 472 |
| | M | 0.083 | 3.625 | 3.459 | 0.949 | 0.906 | 0.924 | 9.387 | 3.579 | 4.066 | 208 | 382 |
| 5 | K | 0.134 | 4.125 | 3.857 | 1.080 | 1.010 | 1.680 | 11.684 | 6.310 | 5.036 | 296 | 555 |
| | L | 0.110 | 4.125 | 3.905 | 1.080 | 1.022 | 1.367 | 11.977 | 5.377 | 5.182 | 243 | 456 |
| | M | 0.095 | 4.125 | 3.935 | 1.080 | 1.030 | 1.203 | 12.161 | 4.651 | 5.262 | 210 | 384 |
| 6 | K | 0.058 | 4.125 | 4.009 | 1.080 | 1.050 | 0.741 | 12.623 | 2.872 | 5.462 | 128 | 240 |
| | L | 0.160 | 5.125 | 4.805 | 1.342 | 1.258 | 2.496 | 18.133 | 9.671 | 7.846 | 285 | 534 |
| | M | 0.125 | 5.125 | 4.875 | 1.342 | 1.276 | 1.963 | 18.665 | 7.809 | 8.077 | 222 | 417 |
| 8 | K | 0.109 | 5.125 | 4.907 | 1.342 | 1.285 | 1.718 | 18.911 | 6.656 | 8.183 | 194 | 364 |
| | L | 0.072 | 5.125 | 4.981 | 1.342 | 1.304 | 1.143 | 19.485 | 4.429 | 8.432 | 126 | 240 |
| 10 | K | 0.192 | 6.125 | 5.741 | 1.603 | 1.503 | 3.579 | 25.885 | 13.887 | 11.201 | 286 | 536 |
| | L | 0.140 | 6.125 | 5.845 | 1.603 | 1.530 | 2.632 | 26.832 | 10.200 | 11.510 | 208 | 391 |
| | M | 0.122 | 6.125 | 5.881 | 1.603 | 1.540 | 2.301 | 27.164 | 8.916 | 11.754 | 182 | 341 |
| 12 | K | 0.083 | 6.125 | 5.959 | 1.603 | 1.560 | 1.575 | 27.889 | 6.105 | 12.068 | 124 | 232 |
| | L | 0.271 | 8.125 | 7.583 | 2.127 | 1.985 | 6.687 | 45.162 | 25.911 | 19.542 | 304 | 570 |
| | M | 0.200 | 8.125 | 7.725 | 2.127 | 2.022 | 4.979 | 48.889 | 19.295 | 20.280 | 234 | 421 |
| 14 | K | 0.170 | 8.125 | 7.785 | 2.127 | 2.038 | 4.249 | 47.600 | 16.463 | 20.597 | 191 | 358 |
| | L | 0.109 | 8.125 | 7.907 | 2.127 | 2.070 | 2.745 | 49.104 | 10.637 | 21.247 | 122 | 229 |
| 16 | K | 0.330 | 10.125 | 9.449 | 2.651 | 2.474 | 10.392 | 70.123 | 40.271 | 30.342 | 304 | 571 |
| | L | 0.290 | 10.125 | 9.625 | 2.651 | 2.520 | 7.756 | 72.760 | 30.054 | 31.463 | 225 | 422 |
| | M | 0.212 | 10.125 | 9.701 | 2.651 | 2.540 | 6.602 | 73.913 | 25.584 | 31.962 | 191 | 358 |
| 18 | K | 0.405 | 12.125 | 11.315 | 3.174 | 2.962 | 14.952 | 100.554 | 57.784 | 43.510 | 306 | 571 |
| | L | 0.280 | 12.125 | 11.565 | 3.174 | 3.028 | 10.419 | 105.046 | 40.375 | 45.454 | 211 | 385 |
| | M | 0.254 | 12.125 | 11.617 | 3.174 | 3.041 | 9.473 | 105.993 | 35.706 | 45.893 | 191 | 358 |

^a When using soldered or brazed fittings, the joint determines the limiting pressure. ^b If soldered or brazed fittings are used on hard drawn tubing, use the annealed ratings. Full-tube allowable pressures can be used with suitably rated flare or compression-type fittings. ^c Working pressures were calculated using ASME Standard G31.9 allowable stresses. A 5% mill tolerance has been used on the wall thickness. Higher tube ratings can be calculated using the allowable stress for lower temperatures.



Figura 2.13. Dimensions de les canonades de coure.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Propietats de l'aigua a diferents temperatures, segons www.engineeringtoolbox.com (Taula 2.30.).

| Temperatura - T - (°C) | Densitat - ρ - (kg/m³) | Pes específic - γ - (kN/m³) | Viscositat dinàmica - μ - 10⁻³ (N.s/m²) | Viscositat cinemàtica - ν - 10⁻⁶ (m²/s) |
|---|--|---|--|--|
| 0 | 999,9 | 9,806 | 1,787 | 1,787 |
| 5 | 1000 | 9,807 | 1,519 | 1,519 |
| 10 | 999,7 | 9,804 | 1,307 | 1,307 |
| 20 | 998,2 | 9,789 | 1,002 | 1,004 |
| 30 | 995,7 | 9,765 | 0,798 | 0,801 |
| 40 | 992,2 | 9,731 | 0,653 | 0,658 |
| 50 | 988,1 | 9,690 | 0,547 | 0,553 |
| 60 | 983,2 | 9,642 | 0,467 | 0,475 |
| 70 | 977,8 | 9,589 | 0,404 | 0,413 |
| 80 | 971,8 | 9,530 | 0,355 | 0,365 |
| 90 | 965,3 | 9,467 | 0,315 | 0,326 |
| 100 | 958,4 | 9,399 | 0,282 | 0,294 |

Taula 2.30. Propietats de l'aigua a diferents temperatures.



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

2.3.6. Informació emprada en el càlcul del vas d'expansió.

Coefficient de dilatació volumètrica de l'aigua, “Calefacción. Cálculo y diseño de las instalaciones” (Figura 2.14.).

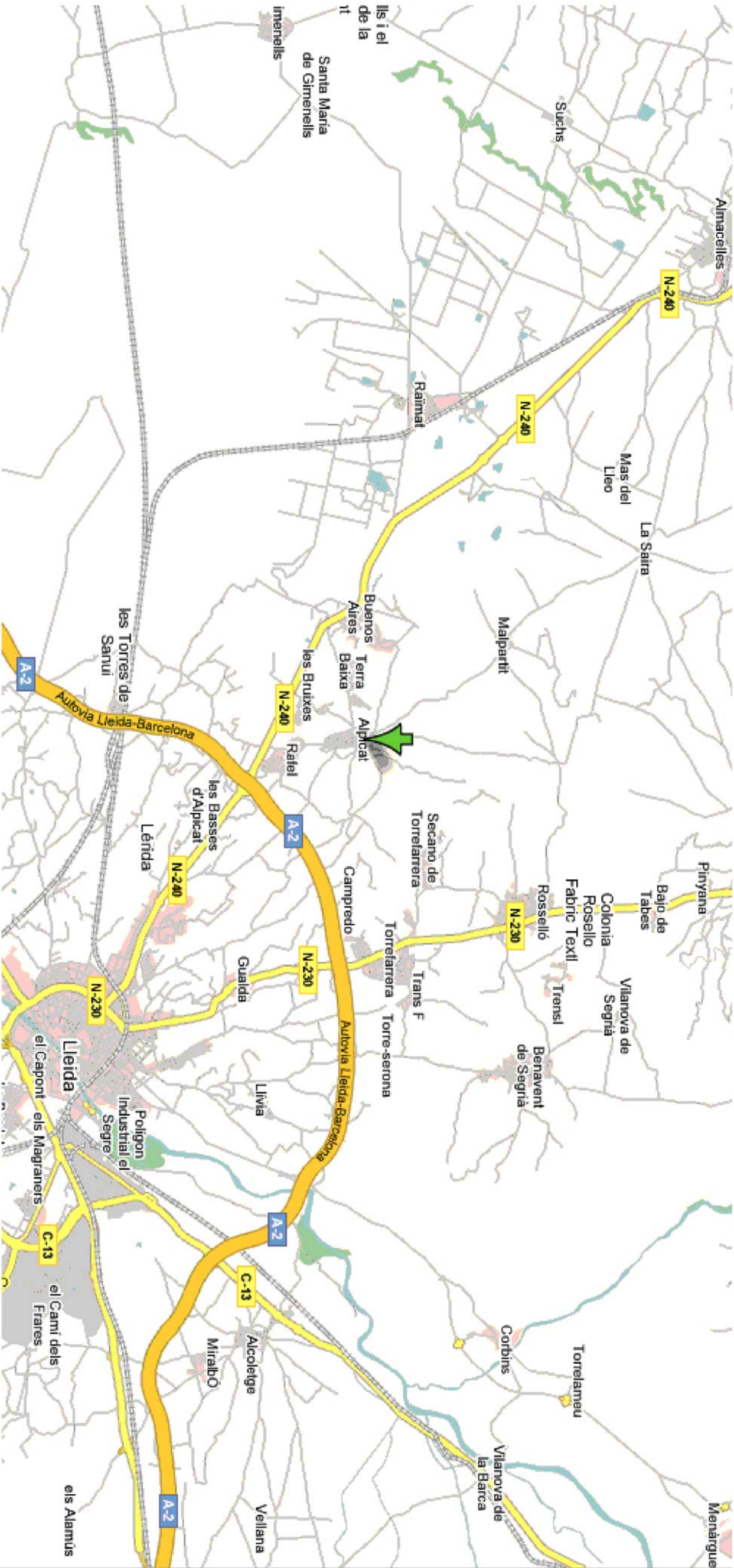
| Líquido | β ($^{\circ}\text{C}^{-1}$) | |
|------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| Aceite combustible | 0,70 | 10^{-3} |
| Aceite de oliva | 0,75 | 10^{-3} |
| Aceite mineral | 0,75 a 0,95 | 10^{-3} |
| Agua | 0,21 | 10^{-3} |
| Alcohol etílico | 1,09 | 10^{-3} |
| Eter etílico | 1,62 | 10^{-3} |
| Refrigerante 12 | 2,59 | 10^{-3} |
| Glicerina | 0,50 | 10^{-3} |
| Mercurio | 0,181 | 10^{-3} |
| Petróleo | 0,92 a 1 | 10^{-3} |

Figura 2.14. Coeficient de dilatació volumètrica de diversos líquids.

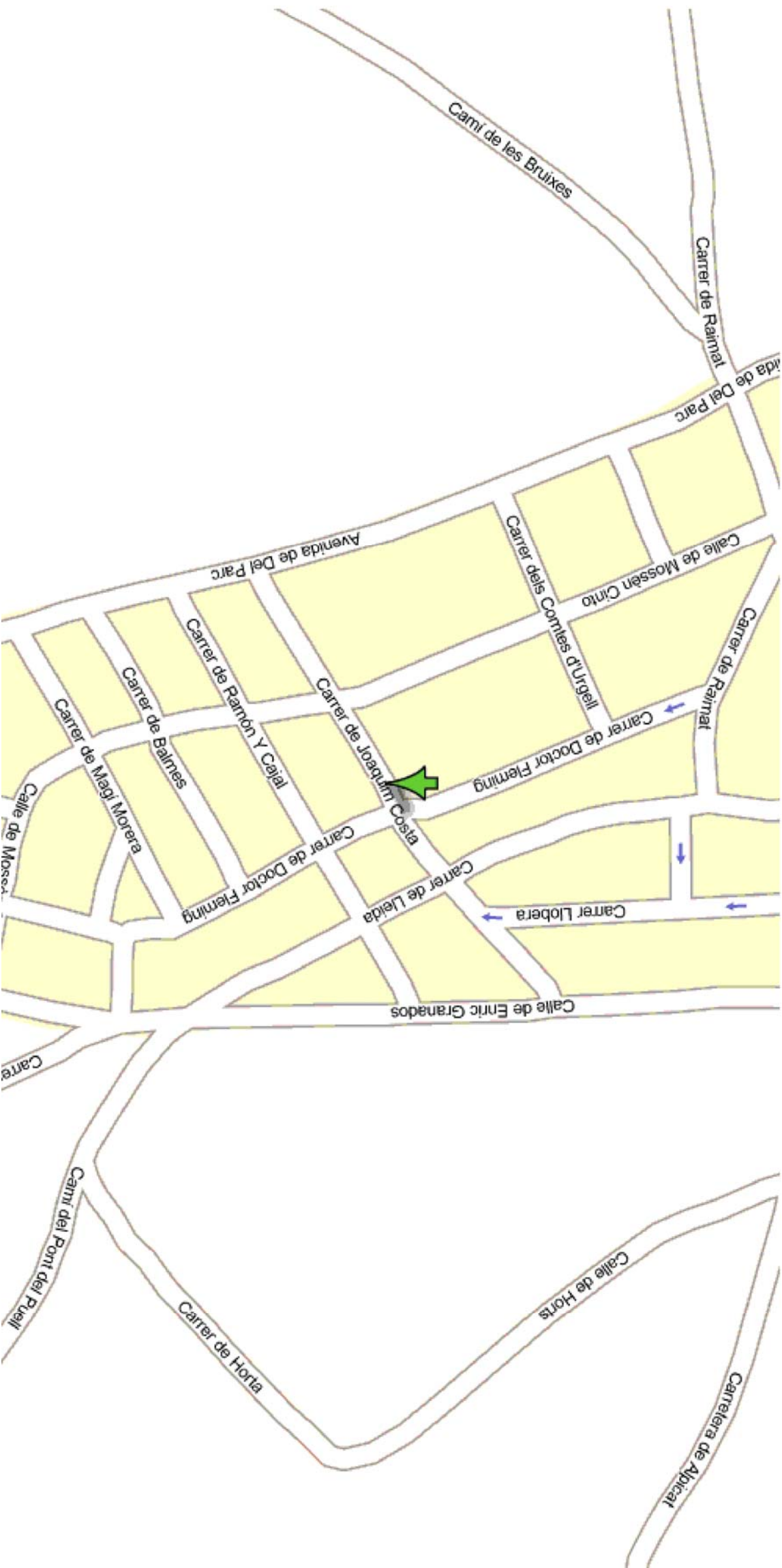
| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

ÍNDEX DELS PLÀNOLS

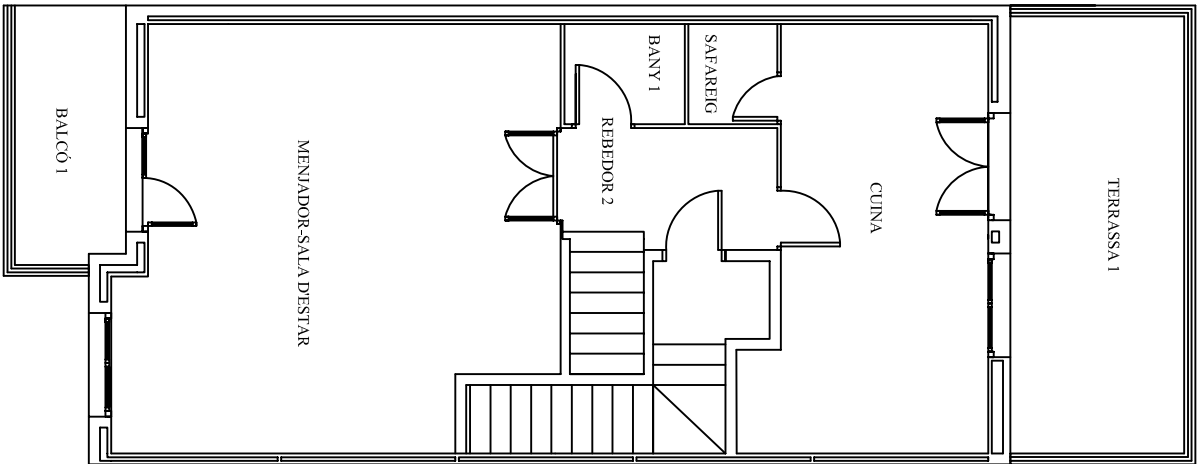
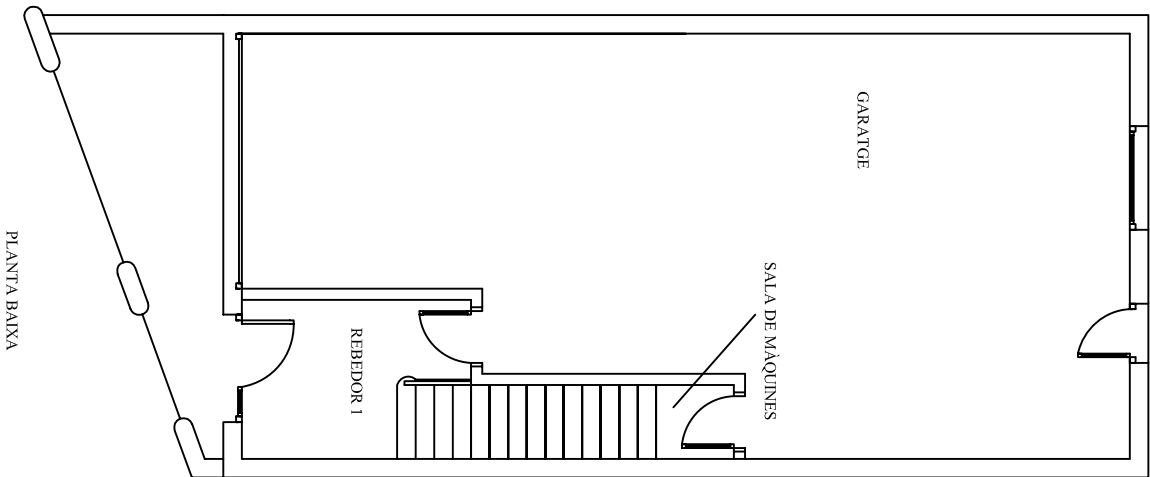
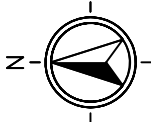
| | |
|---|----|
| Plànol 1: Situació. | 3 |
| Plànol 2: Emplaçament. | 4 |
| Plànol 3: Planta vivenda (1). | 5 |
| Plànol 4: Planta vivenda (2). | 6 |
| Plànol 5: Instal·lacions sala de màquines. | 7 |
| Plànol 6: Instal·lacions de la teulada. | 8 |
| Plànol 7: Vista de la teulada. | 9 |
| Plànol 8: Diagrama de procés. | 10 |
| Plànol 9: Diagrama d'enginyeria. | 11 |
| Plànol 10: Col·lector solar Roca. | 12 |



| | | | | |
|-----------|--------------------|----------|--|------|
| | Nom | Data | Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'un ACS per una casa unifamiliar" | |
| Dibuixat | Roger Blasco | 1-9-2006 | | |
| Comprovat | Lluïsa F. Cabeza | 1-9-2006 | | |
| Escala: | Plànol de Situació | | | Nº |
| 1:100000 | | | | 1/10 |



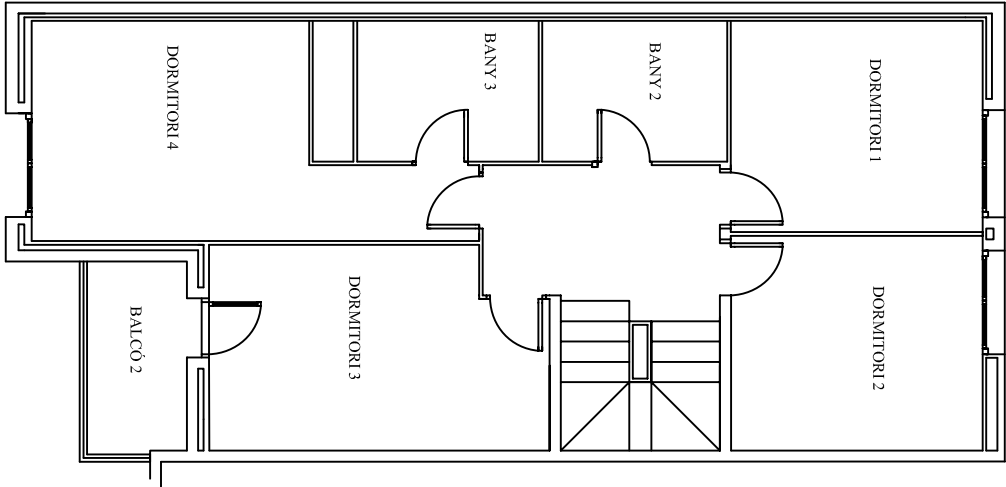
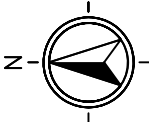
| | | | | |
|-----------|----------------------|----------|--|------|
| | Nom | Data | Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'un ACS per una casa unifamiliar" | |
| Dibuixat | Roger Blasco | 1-9-2006 | | |
| Comprovat | Lluïsa F. Cabeza | 1-9-2006 | | |
| Escala: | Plànol d'emplaçament | | | Nº |
| 1:200 | | | | 2/10 |



PLANTA PRIMERA

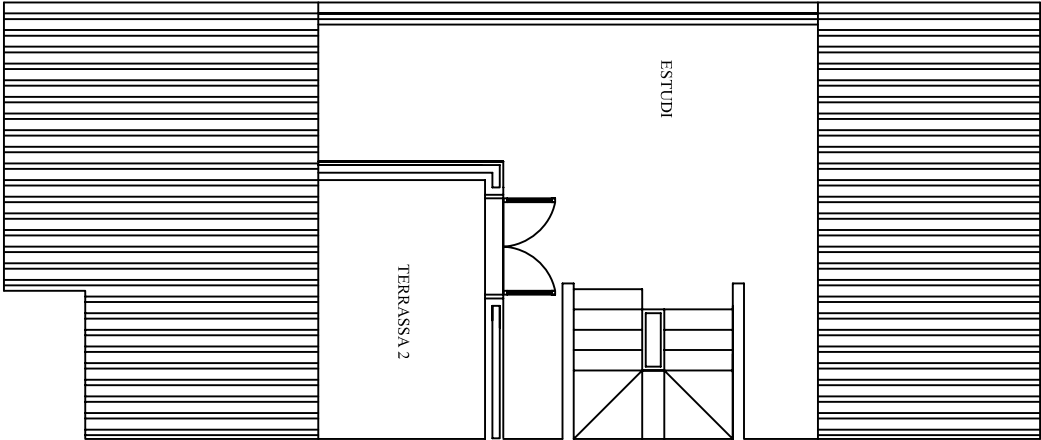
SUPERFÍCIE TOTAL DE LA VIVENDA 280 m²

| | | | | |
|------------------|----------------------|----------|--|-------------|
| | NOM | DATA | Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'un ACS per una casa unifamiliar" | |
| DIBUIXAT | Roger Blasco | 1-9-2006 | | |
| COMPROVAT | Lluïsa F. Cabeza | 1-9-2006 | | |
| Escal.: 1:100 | Planta de la vivenda | | | Nº. 3/10 |



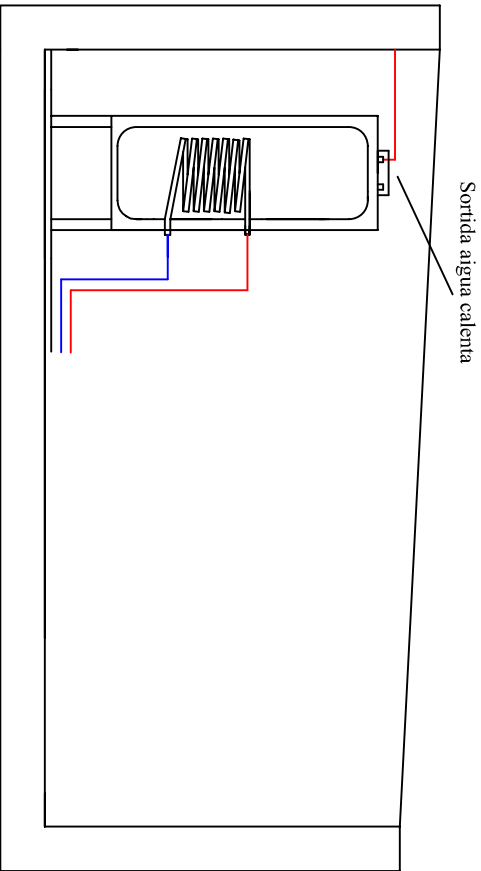
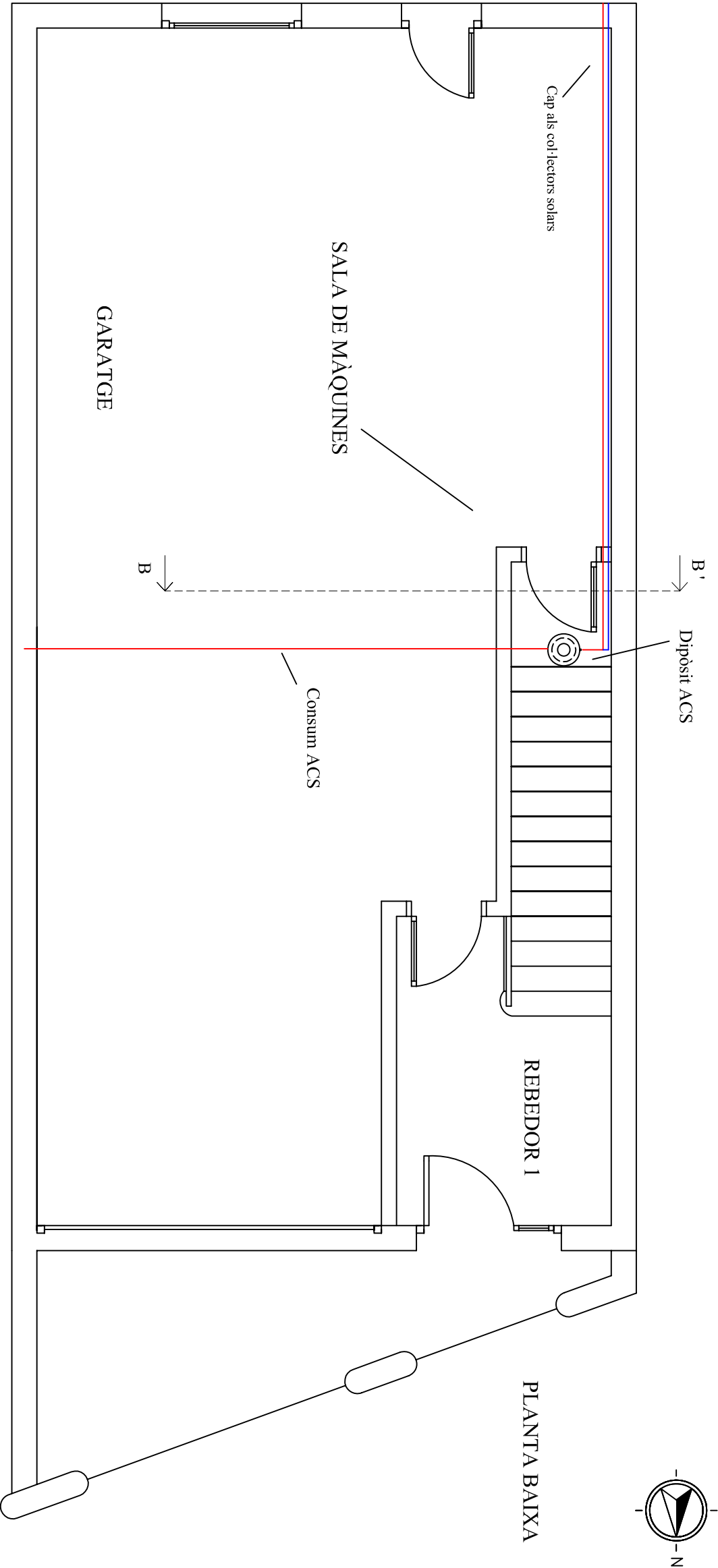
PLANTA SEGONA

SUPERFÍCIE TOTAL DE LA VIVENDA 280 m²



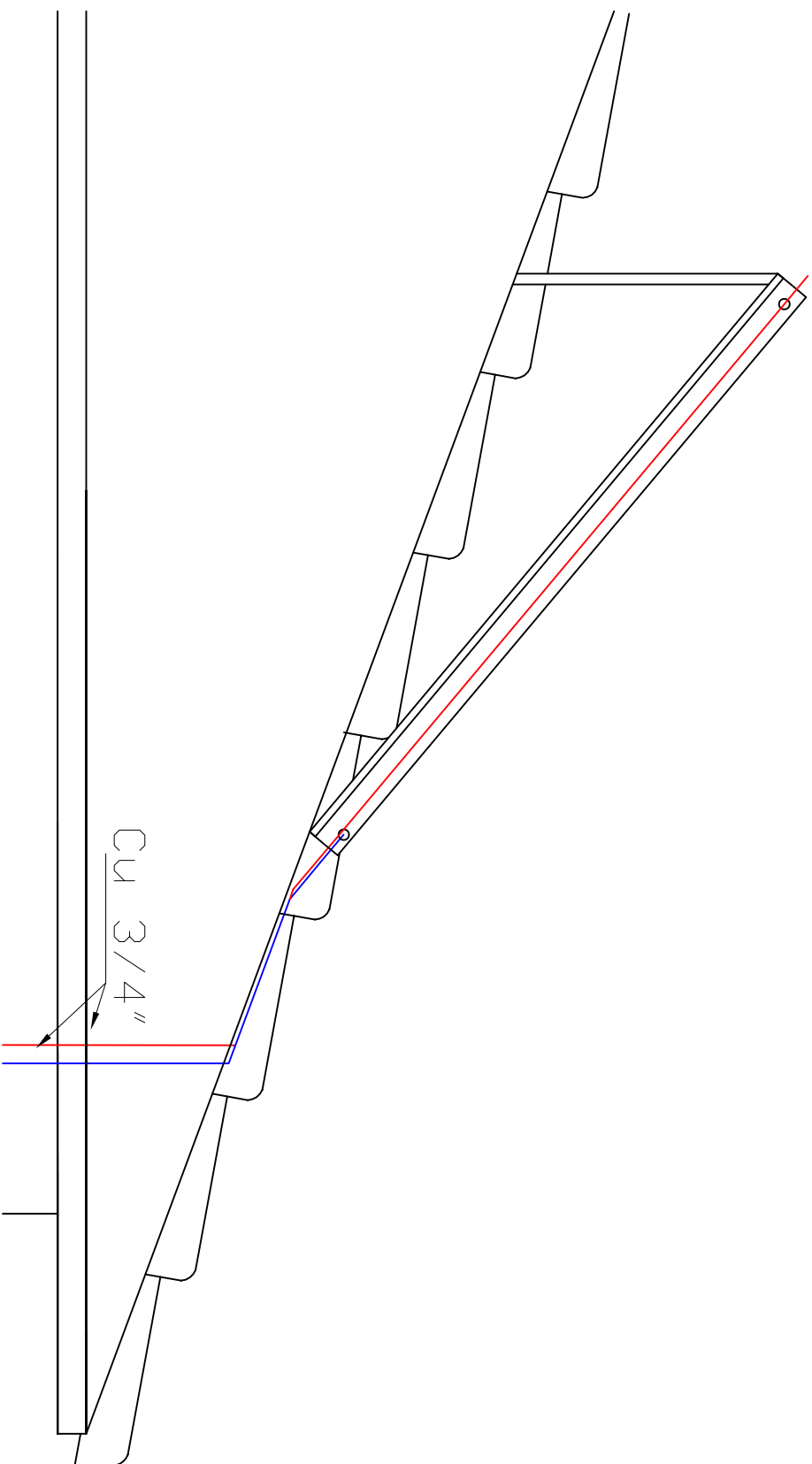
ESPAI SOTA COBERTA

| | | | | |
|-------------------|--------------------------|----------|--|----------|
| | NOM | DATA | Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'un ACS per una casa unifamiliar" | |
| DIBUIXAT | Roger Blasco | 1-9-2006 | | |
| COMPROVAT | Lluïsa F. Cabeza | 1-9-2006 | | |
| Escalat: 1:100 | Planta de la vivenda (2) | | | Nº. 4/10 |



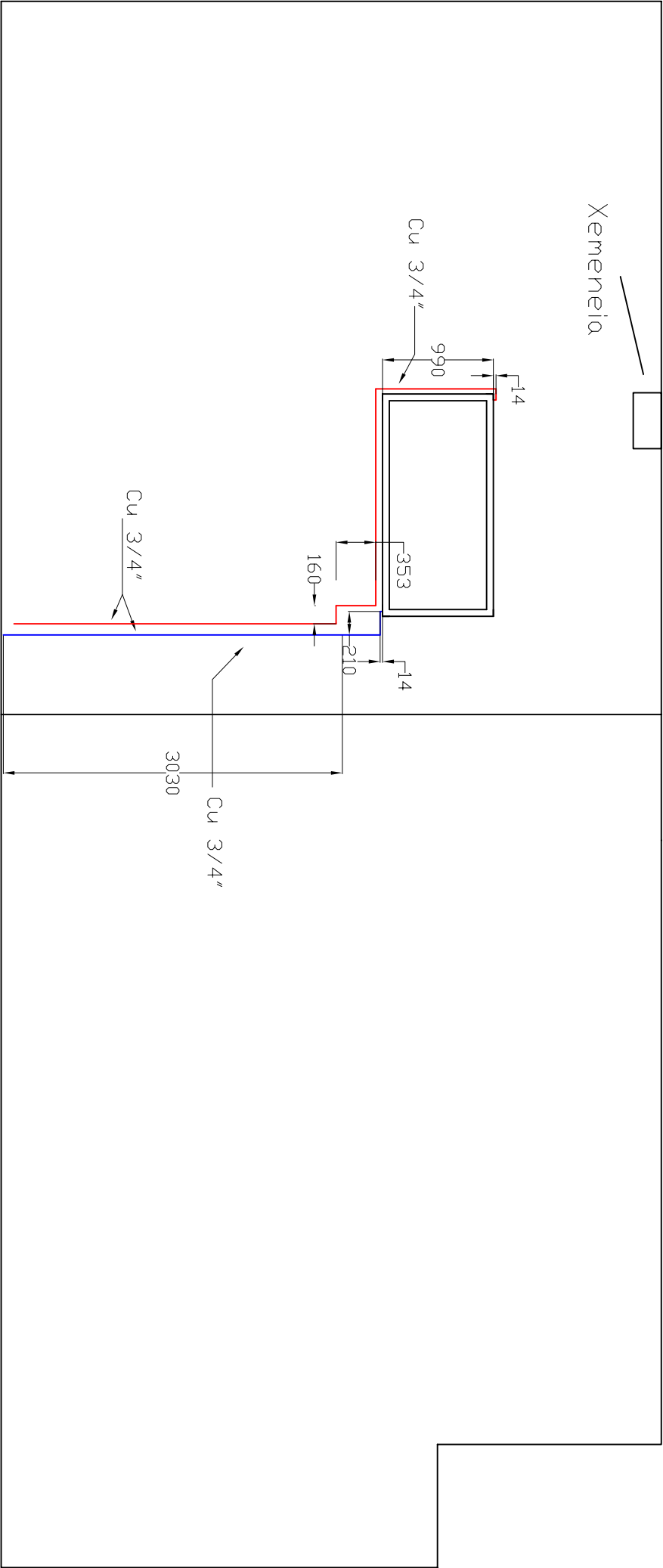
| Llegenda | | | |
|---------------------------|--|--|--|
| canonada d'impulsió solar | | | |
| canonada de retorn solar | | | |

| | | | | |
|-----------|---------------------------------------|----------|--|------|
| | Nom | Data | Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'un ACS per una casa unifamiliar" | |
| Dibuixat | Roger Blasco | 1-9-2006 | | |
| Comprovat | Lluïsa F. Cabeza | 1-9-2006 | | |
| Escala: | Instal·lacions de la sala de màquines | | | Nº |
| 1:50 | | | | 5/10 |



| | | | | |
|-----------------|--|----------|--|------------|
| | Nom | Data | <i>Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior</i> <i>"Disseny d'un ACS per una casa unifamiliar"</i> | |
| Dibuixat | Roger Blasco | 1-9-2006 | | |
| Comprovat | Lluïsa F.Cabeza | 1-9-2006 | | |
| Escala: 1:25 | Plànol de la instal·lació a la teulada | | | Nº 6/10 |

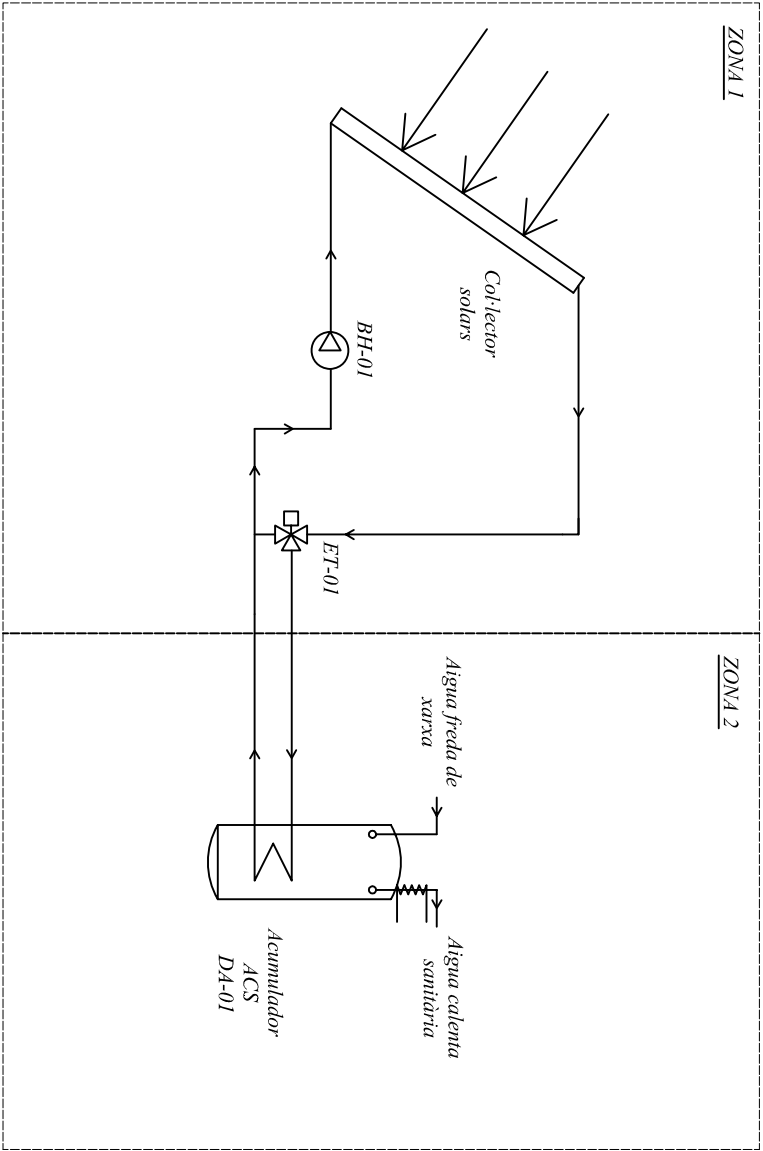
Façana Sud



Façana Nord

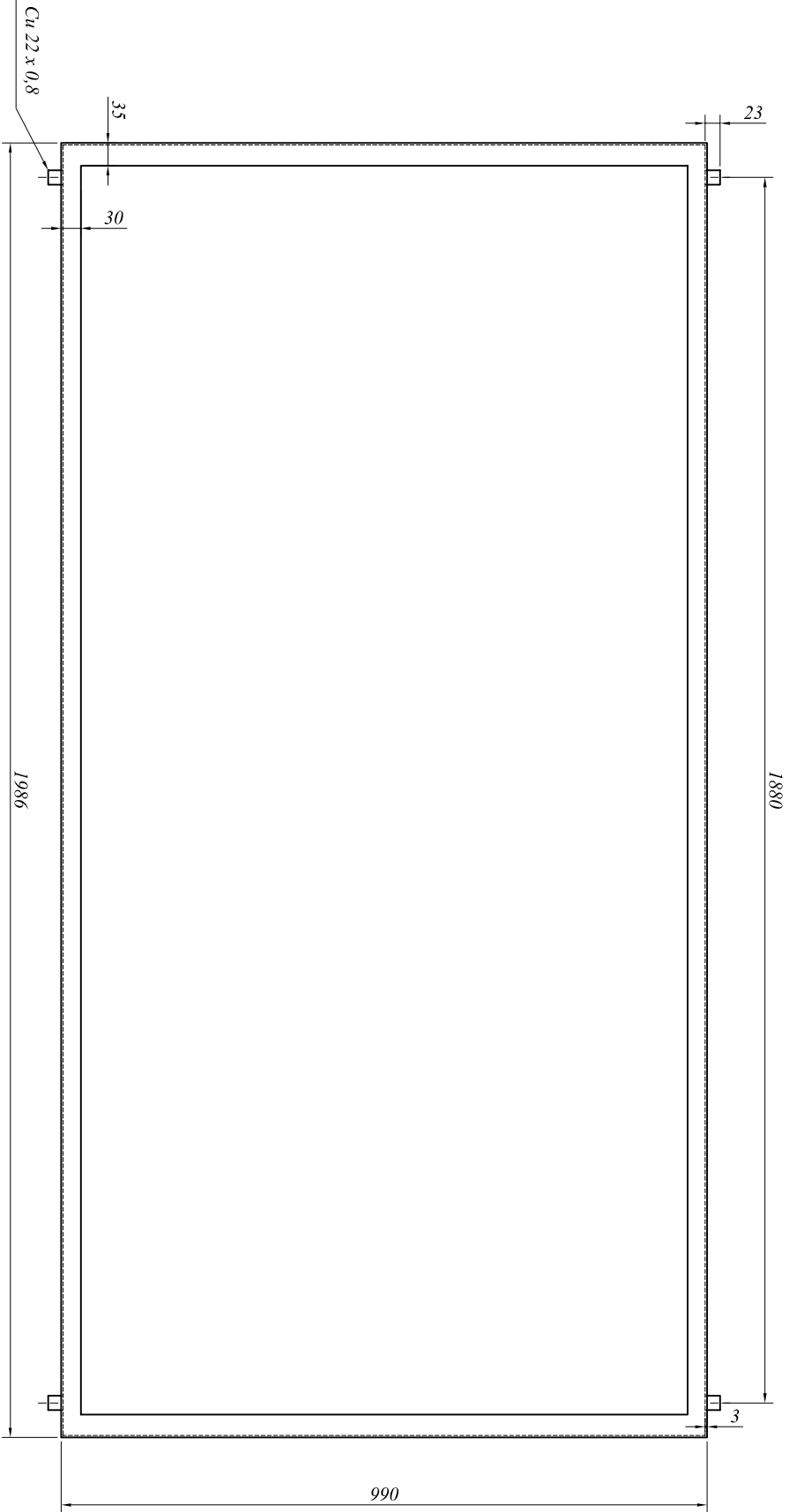
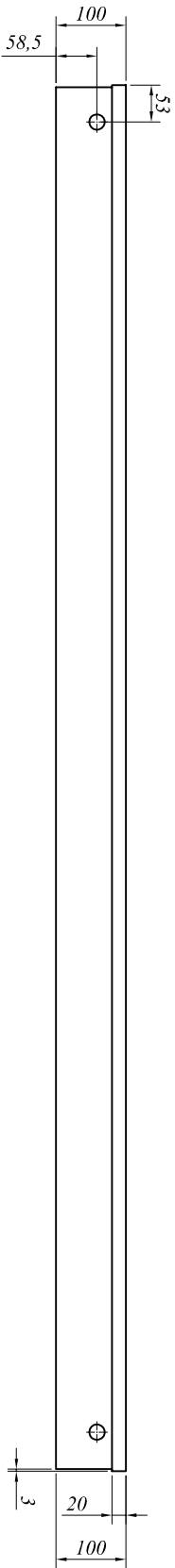
| Llegenda | |
|---------------------------|-------------|
| Canonada d'impulsió solar | <div></div> |
| Canonada de retorn solar | <div></div> |

| | | | | |
|-----------------|----------------------|----------|--|------------|
| | Nom | Data | Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'un ACS per una casa unifamiliar" | |
| Dibuixat | Roger Blasco | 1-9-2006 | | |
| Comprovat | Lluïsa F. Cabeza | 1-9-2006 | | |
| Escala: 1:50 | Plànol de la teulada | | | Nº 7/10 |





| SIMBOLOGIA | |
|-----------------------------|--|
| Bomba de circulació | |
| Electrovàlvula de tres vies | |



| | | | |
|-------------------------|--------------------|----------|--|
| | NOM | DATA | Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'un ACS per una casa unifamiliar" |
| DIBUIXAT | Roger Blasco | 1-9-2006 | |
| COMPROVAT | Lluïsa F. Cabeza | 1-9-2006 | |
| Escola: sense escala | Diagrama de procés | | Nº: 8/10 |



| | | | | |
|---------------------|--------------------------|----------|--|-------|
| | NOM | DATA | Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'un ACS per una casa unifamiliar" | |
| DIBUIXAT | Roger Blasco | 1-9-2006 | | |
| COMPROVAT | Lluïsa F. Cabeza | 1-9-2006 | | |
| Escala: 1:10 | Col·lector Solar Roca PS | | Nº: | 10/10 |
| | | | | |



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

4. PLEC DE CONDICIONS

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

ÍNDEX DEL PLEC DE CONDICIONS

| | |
|--|-----------|
| 4.1 NORMATIVA | 3 |
| 4.2. MANTENIMENT I POSTA EN MARXA | 4 |
| 4.2.1. Manteniment de la instal·lació d'energia solar tèrmica..... | 4 |
| 4.2.1.1. Posta en marxa..... | 4 |
| 4.2.1.2 Manteniment..... | 5 |
| 4.2.1.3. Seguretat en la instal·lació solar | 9 |
| 4.2.1.4. Mesures de primers auxilis: | 10 |
| 4.2.1.5. Mesures de transport. | 10 |
| 4.2.1.6. Protecció individual..... | 11 |
| 4.2.1.7. Prevenció de la legionel·la..... | 11 |
| 4.2.1.8. Mesures de prevenció que s'han de prendre..... | 11 |
| 4.2.1.9. Medi ambient..... | 12 |
| 4.2.2. Manteniment de les bombes de circulació | 13 |
| 4.2.2.1. Posta en marxa | 13 |
| 4.2.2.2. Manteniment..... | 14 |
| 4.2.3. Manteniment del vas d'expansió..... | 15 |
| 4.2.4. Manteniment de les canonades..... | 16 |
| 4.2.4.1. Corrosió..... | 17 |
| 4.2.4.2. Incrustacions..... | 18 |
| 4.2.4.3. Cops d'ariet | 19 |
| 4.2.4.4. Estanqueitat..... | 19 |
| 4.2.4.5. Suports i dilatacions..... | 20 |
| 4.2.4.6. Aïllament tèrmic..... | 21 |
| 4.2.5. Manteniment de les vàlvules. | 22 |
| 4.2.6. Regulació i control..... | 23 |
| 4.3. FULLS D'ESPECIFICACIÓ. | 25 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

4.1 NORMATIVA

La instal·lació solar cal que compleixi les normes i reglaments que es descriuen a continuació i la reglamentació vigent durant la realització de les obres.

UNE 157001:2002 Criteris generals per l'elaboració de projectes, i les corresponents normes de consulta interiors.

Normes UNE-EN ISO de dibuix tècnic.

Reglament de les Instal·lacions Tèrmiques als Edificis (RITE) i les seves Instruccions Tècniques Complementaries (ITC).

Normes UNE referents als càlculs d'instal·lacions d' ACS i col·lectors solars tèrmics.



Normes UNE i UNESCO referents als materials i dispositius utilitzats.

UNE EN 12975 - 2:2002 Sistemes solars tèrmics i components. Captadors solars. Part 2: Mètodes d'assaig.

Reial Decret Legislatiu 1.302/1986 del 28 de Juny, sobre avaluació del impacte ambiental. (BOE 30-6-86)

Reial Decret del 30 de setembre de 1998. Reglament per l'execució del Reial Decret Legislatiu 1.302/1986, de 28 de juny, d'avaluació d'impacte ambiental.

Codi Tècnic de l'edificació.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

4.2. MANTENIMENT I POSTA EN MARXA

El següent apartat té per objectiu indicar les proves finals de recepció d'una instal·lació i les operacions bàsiques de manteniment a efectuar en les instal·lacions i els equips. S'ha de senyalar que en els dos casos es tracta únicament de descriure les operacions bàsiques que s'han de realitzar, sense oblidar les altres operacions que donades les característiques específiques de disseny i construcció puguin ser necessàries o convenients.

4.2.1. Manteniment de la instal·lació d'energia solar tèrmica.



4.2.1.1. Posta en marxa.

El procés de posta en marxa de la instal·lació és de gran importància per garantir un eficient aprofitament de l'energia solar produïda, Així com una llarga vida útil als elements que la componen.

En primer lloc, un cop connectats tots els elements del circuit primari d'energia solar, es procedeix a l'ompliment de la instal·lació. S'omple la instal·lació amb la pressió de l'aigua de xarxa, mai per sobre de 450 kPa, introduint en el circuit el líquid anticongelant i deixant els purgadors manuals oberts.

Després es programa la central electrònica de regulació segons les condicions establertes.

Finalment, es regula el cabal circulat per la instal·lació mitjançant els manòmetres, segons les instruccions proporcionades pel fabricant, respectant la normativa en vigor. En aquest cas, el cabal que caldrà regular amb les vàlvules d'equilibrat de la instal·lació solar serà de 1,4 L/min.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

4.2.1.2. Manteniment.

L'usuari de la instal·lació ha de participar activament en les tasques de manteniment. Per aquest motiu és necessari que conegui els diferents components de la mateixa per tal de detectar problemes de funcionament.



És aconsellable portar un seguiment per escrit de les operacions de manteniment realitzades, ja sigui per part de l'usuari com pel tècnic. Això permet controlar millor la instal·lació i estimar si el rendiment estimat es compleix .

S'ha de comprovar el correcte funcionament i situació de les sondes de temperatura, de la sonda d'irradiació i dels manòmetres, assegurant que la mesura que proporcionen és fiable. És recomanable simular el funcionament de la instal·lació, “enganyant” la regulació, i comprovant que la seqüència i l'actuació dels diferents equips és correcta.

Els equips que garanteix en el bon funcionament de la instal·lació per les sobrepressions originades per les altes temperatures són les vàlvules de seguretat i el vas d'expansió. És recomanable verificar el bon estat d'aquestes, Així com el correcte funcionament del vas, per la qual cosa s'han de comprovar els nivells de pressió al circuit i a la cambra de gas del vas d'expansió.

Per tal de revisar el correcte estat dels col·lectors solars, és necessari observar el seu estat.. Convé observar l'aparició de condensacions de corrosió o deformació de l'absorbidor, corrosió, deformació o aparició de fugues en les connexions, Així com el correcte estat dels cargols i del material.

Amb l'objectiu d'evitar que es produeixin pèrdues de fluid en el circuit primari, no hi ha d'haver cap via possible de fuga, de manera que, un cop la instal·lació està en funcionament, i sense l'existència d'aire en el circuit, els purgadors han de mantenir-se tancats. En cas de dubte, una prova de pressió determinarà si l'estanquitat en el circuit és total. Mitjançant la comprovació visual de l'aïllament exterior de les canonades i dels

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

dipòsits d'acumulació es pot detectar si ha existit alguna fuga, el qual serà ratificat en el cas de l'existència d'humitats en l'aïllament exterior.



Les vàlvula de regulació de cabal (vàlvules d'equilibrat) situades al retorn del col·lector, ha d'estar en la posició adequada que garanteix el cabal nominal del projecte, assegurant que queda bloquejada contra possibles manipulacions.

Pel que fa al circuit elèctric, cal assegurar-se que el nivell d'estanquitat del quadre impedeix l'entrada o pols al seu interior, i que les proteccions elèctriques i demés elements (fusibles, magnetotèrmics, etc.) presenten un aspecte adient.

En referència al manteniment del fluid caloportador, cal dir que l'anticongelant juga una doble funció: no només evita la congelació d'aigua a les canonades en el cas de baixes temperatures, sinó que mitjançant una sèrie d'additius protegeix el bon estat de les canonades i equips enfront les elevades temperatures. Això requereix que l'estat de l'anticongelant sigui perfecte i que no vegi alterat el seu funcionament perquè hagi perdut part de les seves propietats.

L'anticongelant s'altera perquè es contamina per l'aigua, pel desgast dels metalls, per l'aire i per la calor, encara que en aquest últim cas més que una contaminació caldria parlar d'una degradació. El seguiment de l'estat de l'anticongelant s'ha de realitzar mesurant la densitat i el pH, comparant-lo amb el valor registrat en el moment de l'emplenat inicial del circuit.

En el "Pliego de Condiciones Técnicas" de l'IDAE es determinen amb caràcter orientatiu (veure Figura4.1.), les operacions de manteniment preventiu que s'han de realitzar en totes les instal·lacions d'energia solar tèrmica, la periodicitat mínima establerta i observacions en relació amb les prevencions a controlar.



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

El manteniment correctiu són les operacions de reparació, substitució i altres que, aplicades a la instal·lació, han de permetre mantenir el seu normal funcionament dins dels límits establerts pel fabricant.

Aquestes operacions seran dutes a terme amb caràcter prioritari i en el menor temps possible després de l'avís de l'usuari, anotant la fallada, la posterior solució adoptada i la persona que la realitza.



Amb caràcter orientatiu s'enumeren algunes de les fallades més comunes:

- Fallada en l'estanquitat del circuit primari.
- Humitat o condensacions dins el col·lector.
- Mal funcionament dels elements electromecànics.
- Baixa producció del sistema.
- Aparició d'oxidacions.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

| MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR | | |
|---|----|--|
| CAMPO DE COLECTORES | | |
| Colectores | 6 | IV diferencias sobre original. Diferencias entre colectores. |
| Cristales | 6 | IV condensadores y suciedad. |
| Juntas de Degradación | 6 | IV agrietamientos, deformaciones. |
| Absorbedor | 6 | IV corrosión, deformaciones. |
| Carcasa | 6 | IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración. |
| Conexiones | 6 | IV aparición de fugas. |
| Estructura | 6 | IV degradación, indicios de corrosión y apriete de tornillos. |
| SISTEMAS DE ACUMULACION | | |
| Depósito | 24 | Presencia de lodos en fondo. |
| Aislamiento | 12 | Comprobar que no hay humedad. |
| CIRCUITO HIDRAULICO | | |
| Fluido refrigerante | 12 | Comprobar su densidad y PH. |
| Estanqueidad | 24 | Efectuar prueba de presión. |
| Aislamiento exterior | 6 | IV degradación protección uniones y ausencia de humedad. |
| Aislamiento interior | 12 | IV uniones y ausencia de humedad. |
| Purgador Automático | 12 | CF y limpieza |
| Purgador manual | 6 | Vaciar el aire del botellín. |
| Bomba | 12 | Estanqueidad |
| Vaso de expansión cerrado | 6 | Comprobación de la presión. |
| Vaso de expansión abierto | 6 | Comprobación del nivel. |
| Sistema de llenado | 6 | CF Actuación. |
| Válvula de corte | 12 | CF Actuaciones (abrir y cerrar) |
| Válvula de seguridad | 12 | CF actuación |
| SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL | | |
| Cuadro eléctrico | 12 | Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo. |
| Control Diferencial | 12 | CF Actuación. |
| Termostato | 12 | CF Actuación. |

Figura 4.1 . Freqüència (en mesos) de les operacions de manteniment

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

4.2.1.3 Seguretat en la instal·lació solar.

El fet de treballar a temperatures elevades pot ocasionar cremades, per això la instal·lació s'haurà d'aïllar degudament per evitar contactes amb superfícies calentes.

Si no és possible l'aïllament, es senyalarà la zona amb l'objectiu que la persona que manipuli la instal·lació tingui present el risc al que està exposat.

Per la manipulació d'elements connectats amb la corrent elèctrica, primer s'haurà de tallar l'alimentació de l'element i assegurar-se de que no pugui ser connectada accidentalment. S'haurà d'aïllar correctament tots els possibles borns o elements elèctrics que puguin ocasionar contacte amb alguna persona o amb algun element pròxim.



La col·locació del suport i els col·lector solar (realitzats a la coberta del edifici) és realitzarà amb les mesures de seguretat necessàries per evitar possibles caigudes del operari o d'algun element físic que pugui ocasionar danys personals a tercers.

Els treballs realitzats durant la instal·lació i la posta en funcionament del equip solar, s'haurà de realitzar per personal qualificat, els quals prendran les mesures de precaució corresponents per minimitzar el risc de qualsevol situació de perill.

S'ha de parar especial atenció en no ingerir el contingut de productes químics o inhibidors de corrosió com pot ser la solució anticongelant. Els envasos d'aquests productes aniran degudament etiquetats per preveure'n un mal ús.

En el cas de que algú pugui tenir contacte directe amb aquests productes s'exposen una sèrie de recomanacions que cal tenir en compte:

- mesures de primers auxilis

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



- mesures de transport
- protecció individual.

4.2.1.4. Mesures de primers auxilis:

- Ulls: pot causar irritació. Cal aclarir amb aigua durant, almenys, 15 minuts, movent amb freqüència les parpelles. Si la irritació augmenta, s'ha d'acudir a un metge.
- Pell: pot causar irritació. Cal aclarir amb aigua durant, almenys, 15 minuts, mentre es treu la roba i les sabates contaminades. S'ha d'acudir a un metge si la irritació augmenta i persisteix .
- Ingestió: pot causar irritació gastrointestinal amb nàusees, vòmits i diarrea. S'ha de beure aigua en abundància. Si els símptomes persisteixen, cal acudir a un metge.
- Inhalació: sense conseqüències. En cas de malestar, evitar l'exposició a la substància i ventilar amb aire fresc.

4.2.1.5. Mesures de transport.

- Vessament accidental, fugues: absorbir el vessament amb un material inert (serradures, sorra o terra), i posteriorment dipositar-ho en el contenidor adequat.
- Manipulació: rentar-se a consciència amb aigua i sabó després de la manipulació. Utilitzar amb ventilació adequada.
- Emmagatzematge: guardar en un lloc fresc i sec. Utilitzar un recipient tancat hermèticament. El producte s'ha de conservar en el seu contenidor original i aquest ha d'estar degudament etiquetat.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

4.2.1.6. Protecció individual:

- Ulls: cal dur ulleres de protecció adequades.
- Pell: és necessari portar guants adequats per evitar el contacte amb la pell.
- Roba: portar mudes de protecció adequades per prevenir l'e posició de la pell.

4.2.1.7. Prevenció de la legionel·la.



La legionel·la és una bactèria que es coneix pel nom de Legionel·la Pneumophila, i forma part de l'entorn aquàtic natural, sent capaç de sobreviure a condicions ambientals e tremes: temperatures entre 5,7°C i 63°C; amb un pH entre 5,5 i 8,1; un oxigen dissolt entre 0,3 i 9,6 ppm i una conductivitat 18-106 ms/cm.

La via d'infecció per les persones és mitjançant la inhalació de la bactèria fins els pulmons, encara que per això no es necessita grans concentracions d'aquesta, i això només succeeix quan aquesta es troba en unes condicions adequades per la seva reproducció a gran escala.

La legionel·la té un creixement elevat entre 20°C i 45°C, i és l'òptim entre 37°C i 41°C, per lo que els sistemes de preparació centralitzats d'ACS amb acumulació estan entre els de major risc.

4.2.1.8. Mesures de prevenció que s'han de prendre:

- La instal·lació s'ha de netejar i desinfectar un cop a l'any i a més, abans de la posta en funcionament inicial i després d'una parada llarga; o en una revisió rutinària es consideri necessari per indicis d'algun brot.
- La desinfecció tèrmica es farà elevat la temperatura de l'aigua de tot el circuit fins a 70°C o més, inclosos els dipòsits d'acumulació, xarxa de canonades i el punt més allunyat del subministre. S'haurà de mantenir durant un parell d'hores

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

com a mínim. Per això, s'haurà de deixar córrer eventualment l'aigua de les aixetes fins aconseguir que durant 5 minuts surti d'ells l'aigua a la màxima temperatura

4.2.1.9. Medi ambient.

El propilenglicol és una substància de caràcter innocu pel medi ambient, que no suposa cap perill per a la salut de les persones ni dels altres éssers vius i que és biodegradable en 30 dies.



No obstant, caldrà evitar vessaments incontrolats d'aquest producte, i en cas de fuga s'haurà de solucionar immediatament l'anomalia, aturant el funcionament de la instal·lació solar.

En cap cas s'abocarà cap tipus de fluid amb una temperatura superior als 95° C, temperatura a la que està calibrada la vàlvula de buidat del dipòsit acumulador. Un fluid a aquesta temperatura en quantitats controlades no suposa cap perill, tenint en compte que tan sols es preveu la possibilitat d'arribar a la temperatura de buidat durant els mesos de juliol i d'agost.

El fet d'utilitzar energia provinent del Sol per escalfar aigua, evita que s'utilitzi una altra forma d'energia contaminant, i de la mateixa manera s'evita indirectament la dissipació del diòxid de carboni (CO₂) que s'expulsaria a l'atmosfera.

Una de les raons per les quals cal limitar les emissions de CO₂ és el compliment del Protocol de Kyoto.

Això representa una petita millora a escala global, però és un gran pas per una situació energètica més sostinguda que l'actual, on l'ús d'energies renovables sigui més elevat,

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

reduint així les dosis de gasos d'efecte hivernacle cap a l'atmosfera, i contribuint així amb una millora del medi ambient.

4.2.2. Manteniment de les bombes de circulació

Aquest apartat fa referència al manteniment de la bomba de circulació BH-01 que pertany a la zona 1, és a dir, al circuit primari.



4.2.2.1. Posta en marxa

En la posta en marxa s'ha d'omplir i purgar adequadament la bomba i les conduccions d'aspiració i impulsió. Cal purgar la bomba mitjançant el cargol de purga i parar compte en no fer funcionar la bomba en sec per tal de no malmetre el tancament mecànic.

Per tal evitar sorolls i possibles danys de la bomba degut a la cavitació, s'ha de tenir a la l'entrada de la bomba una pressió mínima d'aspiració. Aquesta pressió depèn de la situació de treball, Així com el punt de treball de la bomba. Els paràmetres fonamentals per determinar la pressió mínima d'aspiració son el valor NPSH de la bomba en el seu punt de treball i la pressió de vapor del medi d'impulsió.

S'ha de connectar la bomba breument per comprovar si el sentit de gir coincideix amb el de la fletxa de la carcassa de la bomba. Si no coincideix cal procedir de la següent forma:

- En cas d'arranc directe: cal intercanviar les fases en el taulell dels borns del motor.
- En cas d'arranc estrella-triangle: cal intercanviar en el taulell dels borns del motor els principi i final de dos bobines.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Un cop connectada, cal comprovar mitjançant les lectures del manòmetres que la pressió s'adequa als valors de la memòria.

4.2.2.2. Manteniment.



El tancament mecànic no requereix cap mena de manteniment. Durant la fase de rodatge pot gotejar lleugerament. No obstant, cal supervisar-la de tant en tant per comprovar que no existeix i cap fuga d'importància.

En cas de buidat parcial o total de la instal·lació, cal buidar completament la bomba per evitar fenòmens de bloqueig. Cal tenir cura de no malmetre la junta tòrica del cos de la bomba al realitzar les operacions de manteniment.

En cas de que sigui necessari canviar el tancament mecànic de la bomba, en primer lloc cal desconnectar-la de l'alimentació elèctrica i assegurar-se que ningú pugui tornar a connectar-la involuntàriament.

Després es procedirà seguint els següents passos:

- Tancar les vàlvules de tall de davant i darrere de la bomba.
- Desembornar el motor (si el fil és tan curt que no permet el desmuntatge).
- Desenroscar els cargols de la brida del motor i extreure'n aquest últim.
- Treure el cargol i l'arandela dentada.
- Extreure el rodet de l'eix .
- Extreure el tancament mecànic amb la camisa de l'eix i la junta tòrica.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



- Treure l'anell fi de la brida del motor i netejar la superfície del seient.
- Netejar amb cura la superfície de recolzament de l'eix . Si l'eix està malmès, cal canviar-lo.
- Introduir un nou anell fi amb el seu corresponent suport de goma nova, utilitzant sabó convencional com a lubricant.
- Posar una junta tòrica nova en la corresponent ranura de la nova camisa i fer córrer aquesta última amb el nou tancament mecànic sobre l'eix fins al topall. La camisa i el tancament mecànic estan premuntats i no s'han de separar.
- Tornar a muntar el rodets amb l'arandela dentada i el cargol.
- Tornar a introduir el conjunt motor-rodets a la carcassa de la bomba, col·locar una junta plana nova i collar els cargols.

Els rodaments no requereixen manteniment, però en cas, quan produeixin sorolls o vibracions anormals, caldrà substituir-los ja que marcarien desgast.

4.2.3. Manteniment del vas d'expansió.

La funció d'un vas d'expansió es mantenir en el punt més alt del circuit a una pressió major que l'atmosfèrica per evitar l'eventual entrada d'aire al circuit a través de juntes o unions.

Si la instal·lació està dotada d'un vas d'expansió tancat, s'ha de comprovar (a bomba parada) que la pressió mínima, (temperatura més baixa), sigui igual almenys a l'altura del punt més alt de la instal·lació més un marge de sobrepressió de l'ordre de 2 metres de columna d'aigua, a fi d'evitar que qualsevol punt del circuit pugui quedar a pressió menor que l'atmosfèrica. S'ha de comprovar també, que quan la temperatura de l'aigua

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

és la més alta possible, la pressió màxima que s'arriba és inferior a la màxima pressió de funcionament de l'element o equip que la tingui més baixa en tota la instal·lació, i que a la seva vegada és inferior a la pressió de tara de la vàlvula de seguretat.

De no complir-se aquest requisit el volum del vas és petit, i s'ha de substituir per un altre més gran o col·locar-n'hi un altre en paral·lel amb l' existent.



El vas d'expansió obert s'haurà d'instal·lar a una cota geomètrica del ordre de 2 metres superior a la del punt més alt del circuit. Si el vas és de volum reduït, quan l'aigua es dilati per efecte de la temperatura es perdrà a través del rebossat. Al refredar-se es produirà una reposició d'aigua d'idèntica quantitat a la pèrdua, amb el consegüent perill de corrosió i incrustacions.

4.2.4. Manteniment de les canonades.

Les canonades tenen per missió establir una xarxa que permeti la circulació del fluid caloportador des de la central de producció de calor fins les unitats terminals i el retorn a aquella un cop cedida o absorbida la quantitat de calor precisa. Els materials més usualment utilitzats en climatització són l'acer negre, acer galvanitzat, coure, PVC, plàstics especials (polietilè, etc.).

El bon funcionament d'una xarxa de canonades pot ser afectat pels següents factors:

- Corrosió
- Incrustacions
- Cops d'ariet
- Estanquitat
- Suports
- Dilatacions
- Aïllament tèrmic

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

A continuació s'examinarà detalladament cada un dels factors anteriorment anomenats.

4.2.4.1. Corrosió

Representa el major problema de manteniment d'una xarxa de canonades, quan aquestes són construïdes amb materials metàl·lics, en particular acer negre o galvanitzat. La corrosió interior està motivada fonamentalment per l'oxigen dissolt a l'aigua.

Lògicament en circuits tancats hermèticament, la corrosió s'acaba ràpidament al consumir-se l'oxigen present en l'aigua, però, en circuits oberts la corrosió continua a l'aportar-se contínuament oxigen, fins arribar a la perforació de la canonada.



Al camp de la climatització no existeixen circuits hermèticament tancats, ja que existeixen pèrdues d'aigua a través d'unions, purgues, etc., però en circuits d'aigua refrigerada o calenta no es presenten usualment grans problemes de corrosió.

Si la canonada està enterrada, està exposada a corrosió, en especial si el terreny és humit i de naturalesa àcida, ha d'estar aïllada del terreny per mitja de suports o enfundada amb una coberta estanca a l'aigua, en ambdós casos, és preceptiu que la galeria per on passi la canonada estigui convenientment drenada.

En quant a la corrosió provocada per corrents elèctriques, pot eliminar-se mitjançant l'adequada protecció catòdica de la canonada, utilitzant ànodes de sacrifici.

4.2.4.2. Incrustacions.

Si les pèrdues d'aigua en una instal·lació són importants i l'aigua de reposició conté en gran quantitat sals de calci i magnesi, es produeixen a les canonades i elements del circuit, en particular en els llocs en que existeix escalfament del fluid, incrustacions que

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



van obstruint poc a poc la canonada. Per eliminar els efectes nocius provocats, el més eficaç és actuar sobre la causa que fa necessària la introducció de l'aigua de reposició.

En determinades ocasions, cas de circuits oberts, com el de aigua sanitària, o semioberts, com torres de refrigeració o condensadors evaporatius, on no es pot evitar l'entrada d'aigua de reposició, l'única forma d'evitar les incrustacions és el tractament de l'aigua, abans de la seva introducció al circuit, mitjançant les operacions que siguin descrites posteriorment.

Si per falta de tractament d'aigua o un inadequat manteniment es produeix incrustacions en un circuit, poden ser eliminades mitjançant mètodes mecànics o químics. Els primers poden realitzar-se només en aquelles parts de la instal·lació que puguin ser accessibles, realitzant-se normalment la neteja mitjançant escombretes d'acer, ja sigui de forma natural o automàtica. En moltes ocasions, la neteja interior d'una xarxa de canonades es realitza mitjançant una solució àcida conjuntament amb substàncies inhibidores, que es bombegen a través del circuit amb característiques controlades de concentració, temperatura, temps de permanència, etc.

A continuació s'elimina la solució àcida del circuit, introduint-se posteriorment un neutralitzant i acabant l'operació amb un neteja d'aigua neta.

Una altra manera per realitzar el tractament de les incrustacions existents en un circuit i evitar la seva formació és l'anomenat tractament magnètic, consistent en la inserció al circuit d'un tram de canonada de longitud variable previst d'un iman permanent o un electroimant, que produeix un camp magnètic radial o longitudinal que modifica l'estructura molecular de les sals dissoltes, dipositant en forma de bosses, fàcilment eliminables a les zones de menor velocitat de l'aigua. Aquest tractament actua també sobre les incrustacions existents abans de la col·locació del camp magnètic, desmenegant-les de les superfícies interiors i facilitant la seva eliminació.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

S'ha de recordar que les incrustacions, a part de reduir la secció lliure de pas de les canonades i elements dels circuits, produeix en un efecte d'aïllament tèrmic que redueix l'intercanvi tèrmic tant de generadors com d'unitats terminals, que en determinades ocasions pot donar lloc fins la destrucció de l'equip per sobreescalfament, com és el cas de calderes. En tot cas, les incrustacions es tradueixen sempre en un major consum energètic i una disminució del calor útil transferit, a més d'una disminució de la vida útil de la instal·lació.

4.2.4.3. Cops d'ariet



En les instal·lacions d'aigua sanitària, Així com en xarxa de distribució de vapor, es presenta amb freqüència el fenomen conegut amb el nom de cop d'ariet, que té lloc quan una corrent líquida canvia bruscament de velocitat. Si el fenomen es produeix a causa del tancament ràpid d'una vàlvula s'ha de col·locar un limitador de la velocitat de tancament o instal·lar cambres d'aire per absorbir les sobrepressions produïdes a la xarxa, essent l'estudi i dimensionat d'aquestes últimes bastant dificultoses.

4.2.4.4. Estanqueïtat

Una xarxa de canonades ha de ser estanca al llarg de la seva vida útil, a fi de reduir el consum d'aigua i el cost del corresponent tractament a l'aigua de reposició. Per aconseguir l'estanqueïtat és fonamental la unió de canonades i elements de la xarxa, que pugui realitzar-se mitjançant unions roscades o amb brides.

El primer cas, que s'utilitza usualment per diàmetres de fins 40 mm, si aquestes unions no estan perfectament executades, poden donar lloc a pèrdues molt importants de fluid.

La unió per brides està constituïda per dos brides, la corresponent junta i els cargols de subjecció i tancament, com és lògic, les dos brides han d'estar construïdes sota les

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

especificacions d'una mateixa norma i dimensionar-se per la màxima pressió de treball del sistema.

Les juntes per la seva part poden ser de goma o de mescles amb amiant (en el camp de la climatització), les primeres temperatures poden suportar de l'ordre de 120°C i les segones poden arribar a temperatures pròximes als 400°C.

Un punt important és la pressió que s'ha d'exercir sobre la junta, ja que d'ella depèn realment l'estanqueïtat del sistema. A les juntes de goma s'ha d'arribar, almenys, pressions de 275 bars i de 800 bars per les d'amiant.



4.2.4.5. Suports i dilatacions.

Com s'ha comentat anteriorment, una xarxa de canonades ha d'estar correctament suportada i ser lliure de dilatar-se o contraure's amb les variacions de temperatura. Els punts fixes han d'estar anclats fortament a l'estructura de l'edifici, instal·lant-se entre cada dos punts fixes un element que permeti la dilatació o contracció de la canonada, espaïant-se els suports de manera que no es superi el valor de 0,2% de la fletxa de la canonada.

La lliure dilatació de la canonada entre dos punts fixes, pot aconseguir-se mitjançant la col·locació de rodets entre canonades i suports intermedis, o bé fent flexibles aquests últims mitjançant molles.

És evident que les canonades han d'estar dotades de suports a cada costat dels elements de gran pes que poden anar intercalats a la xarxa, cas de bombes en línia, vàlvules, etc.

S'ha de senyalar que molts dels sorolls que es produeixen en una xarxa de canonades, són produïdes per la dilatació, quan no pot tenir lloc lliurement.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Una altra font de soroll pot ser la presència de bosses d'aire al circuit, el que pot resoldre's mitjançant la col·locació de purgadors als punts alts de la xarxa. A pesar d'això, el soroll provocat per un excés de velocitat del fluid a la instal·lació, pot resoldre's únicament augmentant el calibre de les canonades.



S'ha de parar especial atenció a la col·locació de suports a les canonades de plàstic, ja que la dilatació d'aquest tipus de material és molt superior al de les canonades d'acer, a igualtat de condicions de funcionament.

4.2.4.6. Aïllament tèrmic.

L'aïllament tèrmic de canonades i equips s'ha de mantenir sempre en condicions òptimes ja que és fonamental per l'estalvi d'energia. Un bon aïllament ha de posseir les següents condicions:

- Espessor i característiques adequades a les temperatures de treball.
- Resistir els esforços mecànics normals.
- Estar fermament units a la superfície recoberta per aïllament.
- Unions ajustades i sobreposades si és de varies capes.
- Estar protegit exteriorment de sol·licitacions mecàniques anòmales.
- Protecció exterior contra la penetració d'aigua.
- Estar protegit amb una barrera antivapor quan el fluid està a temperatures inferiors a l'ambient.

Un bon manteniment consisteix fonamentalment a la correcció immediata dels defectes que poden alterar les característiques anteriorment anomenades, Així com en aïllar tots aquells elements de la instal·lació que no ho estiguin, sent convenient que aquests aïllaments siguin desmuntables a fi de poder procedir a una eventual reparació d'aquests elements sense necessitat de fer malbé irreparablement l'aïllament.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

4.2.5. Manteniment de les vàlvules.

El manteniment dels diferents tipus de vàlvules és molt senzill, consisteix essencialment en les següents operacions:

- Lubricar la rosca del cargol.
- Canviar l'empaquetadura.
- Canviar la junta del seient.
- Esmerilar l'obturador sobre el seient.



Normalment aquestes operacions poden realitzar-se sense la necessitat de desmuntar el cos de la vàlvula de la canonada.

Protecció contra el gel i la falta de circulació d'aigua

Per aconseguir evitar la formació de gel al circuit, motivat per les condicions climatològiques e ternes hi ha tres solucions diferents:

1. Buidar l'aigua de la instal·lació
2. Introduir substàncies anticongelants, fins baixar el punt de solidificació de la mescla fins a temperatures extremes.
3. Escalfar l'entorn del equip o canonada a temperatura superior a la de congelació del fluid caloportador

La primera solució no garanteix un drenatge complet, donat que les canonades són normalment llargues i de petit diàmetre, i no poden dissenyar-se les bateries amb pendent fins a un punt de buidat, per el que només es pot aconseguir, en moltes ocasions, el buidat complet amb la injecció d'aire comprimit.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Referit a la segona solució, l'addició de substàncies anticongelants, s'ha de tenir molt present que la seva introducció al circuit redueix el coeficient de transmissió de calor, a part que augmenta la potència absorbida per la bomba.

L'última solució representa un desaprofitament energètic important; en el cas de les canonades pot utilitzar-se una resistència elèctrica, tipus cable o cinta enrotllada sobre la canonada i per sota de l'aïllament.

Els dispositius de protecció contra el gel s'han de considerar com l'última protecció de l'equip, per el que aquest no ha d'estar mai forçat a funcionar quan s'ha disparat el dispositiu de seguretat. En qualsevol cas, els dispositius de seguretat s'han de rearmar manualment i abans de posar en funcionament la instal·lació s'ha d'esbrinar i corregir la causa que va motivar l'accionament de la protecció; Això és vàlid per qualsevol dispositiu de seguretat sigui quina sigui aquesta i per qualsevol equip el que protegeixi.



Els punts d'una instal·lació als que s'ha de prestar atenció especial degut al problema de formació de gel són:

- Bateria sobre les que poden circular aïre a temperatures inferiors a 0° C.
- Canonades situades en espais no calefactats o a l'exterior.
- Vasos d'expansió instal·lats a la coberta dels edificis.

S'ha de tenir en compte que l'aïllament tèrmic solament serveix per retardar la formació de gel, en un temps que depèn evidentment de l'espessor de l'aïllament i de les temperatures exteriors; encara que en climes benignes pot arribar a ser una protecció eficaç.

4.2.6. Regulació i control.

Donada la variació substancial que presenten els sistemes de control, no és possible donar indicacions específiques per el manteniment d'aquestes instal·lacions, per això

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

s'inclouen a continuació normes de caràcter general, s'ha de recordar en tot moment la gran importància que els sistemes de regulació i control que mantenen el correcte funcionament de les instal·lacions de climatització amb l'estalvi energètic.



Una primera comprovació que s'ha de realitzar periòdicament, és l'arribada del fluid d'alimentació, en condicions correctes al sistema, això significa que en cas de sistemes elèctrics s'ha de comprovar la tensió.

Així mateix s'ha de netejar periòdicament les sondes i els reguladors ja que la brutícia pot alterar les mesures del fenomen a controlar-hi com el funcionament dels òrgans reguladors.

S'ha de comprovar, el correcte funcionament dels sistemes de control, actuant ja sigui sobre l'element sensor o sobre el regulador i comprovant que l'actuador es mogui en el sentit correcte i entre les seves posicions extremes.

Pel que fa als elements sobre el que es realitza la funció de l'actuador, vàlvules i comportes, el manteniment es redueix a la comprovació de la seva estanqueïtat.



S'ha de tenir especial atenció amb els aparells d'alarma i seguretat, ja que del seu bon funcionament depèn no solament la integritat dels aparells de la instal·lació sinó també, i en determinades ocasions, del propi mantenidor, s'ha de comprovar que el punt de d'acció del corresponent element es mantingui al valor prefixat i que l'actuació de l'òrgan controlat sigui la correcta.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |


4.3. FULLS D'ESPECIFICACIÓ.



En aquest apartat s'estableixen les especificacions dels materials i elements constitutius de l'objecte del projecte. Els elements de la instal·lació dels quals s'ha elaborat un full d'especificacions es llisten a continuació:

- Col·lector solar (Taula 4.1.).
- Bomba de circulació (Taula 4.2.).
- Centralita de regulació solar (Taula 4.3.).
- Electrovàlvula de 3 vies (Taula 4.4.).
- Vàlvules d'equilibrat (Taula 4.5.).
- Vas d'expansió (Taula 4.6.).
- Sensor de radiació solar (Taula 4.7.).
- Sonda de temperatura (Taula 4.8.).
- Purgador automàtic del col·lector solar (Taula 4.9.).
- Dipòsit d'ACS (Taula 4.10.).
- Canonades de coure (Taula 4.11.).
- Manòmetre vertical (Taula 4.12.).
- Vàlvula de bola (Taula 4.13.).
- Vàlvula de retenció (Taula 4.14.).
- Vàlvula de seguretat regulable (Taula 4.15.).
- Vàlvula reductora de pressió (Taula 4.16.).
- Filtre de partícules sòlides (Taula 4.17.).
- Aïllament de canonades (Taula 4.18.).

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

Taula 4.1. Full d'especificacions del col·lector solar.

| | |
|--|---|
| Projecte: Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat. | Data: 23-12-2006 |
| | Nom: Col·lector solar |
| | Codi: CS-1 |
| Funció: Transformar la radiació solar en energia tèrmica. | |
| Marca comercial: ROCA | Model: PS |
| Dades tècniques: Superfície total: 2,09 m ² Superfície útil: 1,78 m ² Capacitat: 1,37 L Pes buit: 37 kg Absortància: 92,5 a 97,5% Emitància: 3,5 a 6,5% Tonalitat: blau fosc Corba de rendiment: $0,801 - 3,939 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$ T_e = temperatura d'entrada, en °C T_a = temperatura ambient, en °C I_s = irradiació solar, en W/m ² Pressió màxima de treball: 1.000 kPa | Esquema/Imatge:  |
| Paràmetres de disseny: Cabal de fluid per col·lector: 14,364 10 ⁻³ kg/s·m ² Temperatura d'entrada: 55°C Temperatura de sortida (mitjana anual): 65°C Caiguda de pressió per col·lector: 12 mmca | |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Materials de construcció: tractament selectiu: crom-carboni, coberta: vidre multiprismàtic, carcassa: alumini pintat de negre, 1a capa d'aïllament: 30 mm de llana de roca, 2ona capa d'aïllament: 20 mm de poliuretà, aïllament lateral: 20 mm de llana de vidre, tubs: canonades de coure de 22 mm.

Fluid caloportador:

Mescla aquosa al 30% en massa de propilenglicol (28% en volum)

Punt de congelació: -14°C

Densitat: 1.026 kg/m³

Calor específic: 3.914,7 J/kg·°C



Viscositat dinàmica: 0,95·10⁻³ Pa·s

Punt d'ebullició a pressió atmosfèrica: 102,2°C


Denominació comercial del propilenglicol: Hartgard (casa comercial Solahart)

Dimensions:



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Taula 4.2. Full d'especificacions de la bomba de circulació del circuit primari.

| | |
|---|---|
| Projecte: Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat. | Data: 23-12-2006 |
| | Nom: Bomba de circulació del circuit primari |
| | Codi: BH-01 |
| Funció: Impulsar el fluid caloportador del circuit primari cap als col·lectors solars i cap als serpentins de bescanvi. | |
| Marca comercial: ROCA | Model: PC 1025 |
| Dades tècniques: Bomba centrífuga de rotor submergit Peces mòbils amb contacte amb l'aigua, amb material resistent a la corrosió. Selector de tres velocitats Connexions elèctrica d'endoll ràpid Motor resistent al bloqueig Potència màxima: 35 W RPM mà : 1950 Alimentació: 1~230 V/50Hz Temperatura de treball: des de -10°C fins a 110°C | Esquema/Imatge:  |



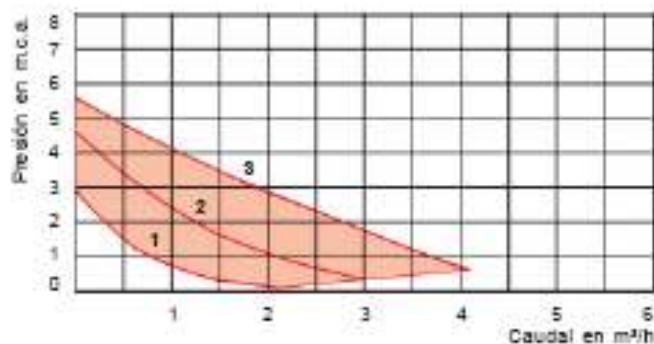
| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

Diagrama característic:

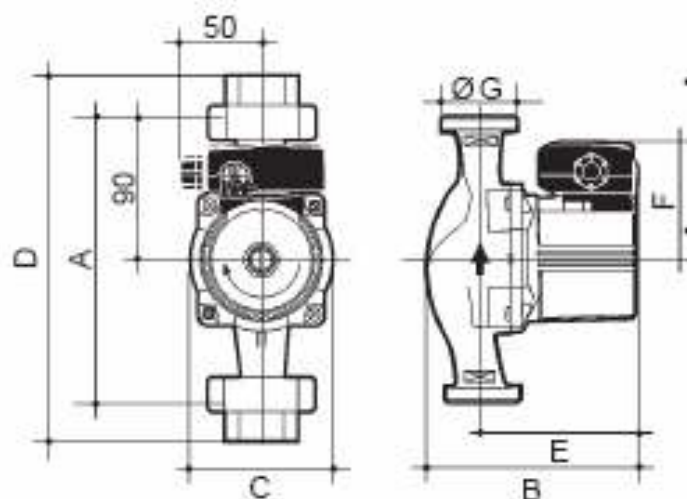
PC-1025





Materials de construcció:



Carcassa: fosa vermella, rodet: polipropilè reforçat amb fibra de vidre, eix: acer al crom, coixinets: grafit autolubricats.



Dimensions (mm): A= 180, B= 132, C= 93, D= 230, E= 98, F = 77, Diàmetre=1 1/4", Pes=2,60 kg



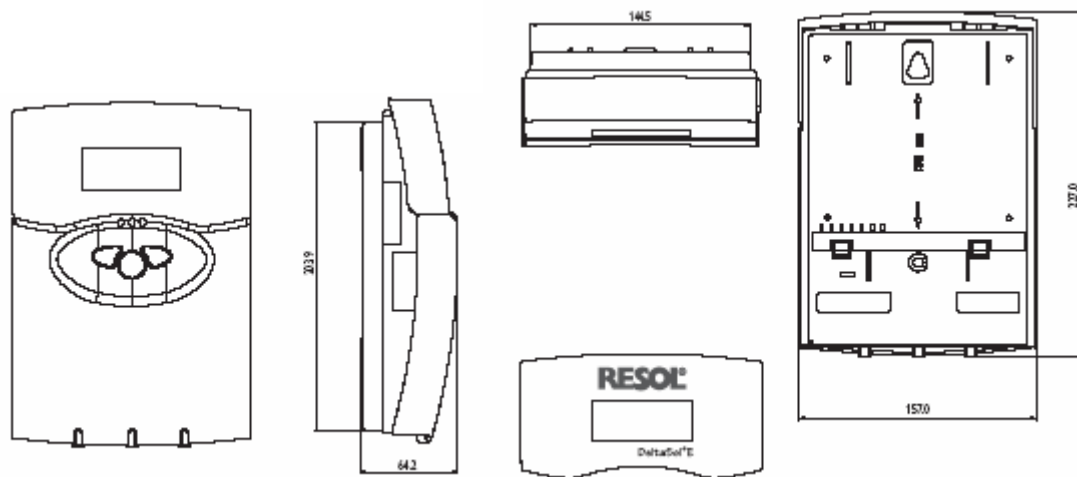
| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



Taula 4.3. Full d'especificacions de la centraleta de regulació solar.

| | |
|---|--|
| Projecte: Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat | Data: 23-12-2006 |
| | Nom: Centraleta de regulació solar |
| | Codi: CR-01 |
| Funció: Recollir informació dels diferents sensors de la instal·lació solar i regular el funcionament de la mateixa. | |
| Marca comercial:  | Model: DeltaSol ES |
| Dades tècniques: Nombre d'entrades: 10 Nombre de sortides: 6 Teclat: 3 botons Alimentació: 1~230 V/50Hz Tipus de protecció: IP 20 (DIN 40 050) Muntatge: mural | Esquema/Imatge:  |
| Materials de construcció: carcassa: pc-abs. | |



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



Dimensions:



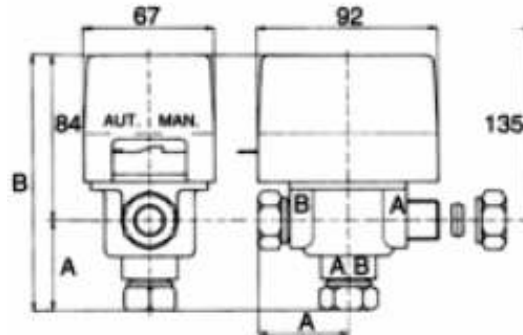
| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



Taula 4. 4. Full d'especificacions de la electrovàlvula de 3 vies.

| | |
|--|---|
| Projecte: Disseny de la instal·lació d'aigua calenta sanitària mitjançant energia solar tèrmica per un habitatge unifamiliar d'Alpicat | Data: 23-12-2006 |
| | Nom: Electrovàlvula de 3 vies |
| | Codi: ET-01 |
| Funció: Fer circular el fluid caloportador cap als bescanviadors de calor dels dipòsits, segons les ordres que arribin des de la centraleta de regulació solar. | |
| Marca comercial:  | Model: SF 20 EB |
| Dades tècniques: Vàlvula motoritzada de tres vies Motor d'histèresi 230 V 50 Hz Consum: 5-6 W Grau de protecció: IP20 Temperatura de treball: de 5°C a 110°C Temperatura ambient màxima: 60°C Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa Temps d'obertura màxim: 20 s Temps de tancament màxim: 6 s Sense tensió, l'obturador retorna per sí sol a la posició de partida Longitud del cable: 55 cm Estanquitat garantida mitjançant 3 juntes tòriques Connexions: 1" | Esquema/Imatge:  |
| Materials de construcció: coberta i cos: llautó estampat, obturador a esfera: epdm, juntes: vitón, motlle de retorn: acer inox., tapa servomotor: abs. | |



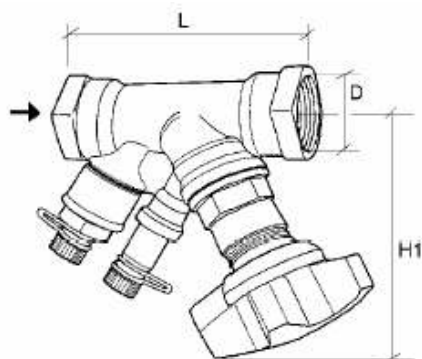
| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



Dimensions (mm): A = 53, B = 139.



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



Taula 4.5. Full d'especificacions de la vàlvula d'equilibrat.

| Projecte: | Data: 23-12-2006 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|-----------------------|------|----|---|-----|-------|----|-----|------|------|-------|----|-----|------|------|----|----|-----|------|------|----|-----|-----|----|------|----|-----|-----|--------|------|----|-----|-----|--------|------|----|-----|-----|----|------|
| Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat. | Nom: Vàlvula d'equilibrat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Codi: VE-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Funció: Equilibrar hidràulicament el circuit primari. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marca comercial: |  | | Model: STAD-25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dades tècniques: | Esquema/Imatge: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pre-ajustament de cabal |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presses de pressió auto-estanques | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Connexió: 3/4" Temperatura de treball: des de -20°C fins a 150°C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Materials de construcció: cos de la vàlvula: AMETAL (aliatge propi del fabricant resistent a la corrosió), estanquitat del seient: pla amb junta tòrica EDPM, estanquitat de la tija: juntes EDPM, volant: poliamida. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dimensions: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | DIMENSIONES EN mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table><tr><th>DN</th><th>L</th><th>H1</th><th>D</th><th>Kvs</th></tr><tr><td>10/09</td><td>83</td><td>100</td><td>G3/8</td><td>1,47</td></tr><tr><td>15/14</td><td>90</td><td>100</td><td>G1/2</td><td>2,52</td></tr><tr><td>20</td><td>97</td><td>100</td><td>G3/4</td><td>5,70</td></tr><tr><td>25</td><td>110</td><td>105</td><td>G1</td><td>8,70</td></tr><tr><td>32</td><td>124</td><td>110</td><td>G1 1/4</td><td>14,2</td></tr><tr><td>40</td><td>130</td><td>120</td><td>G1 1/2</td><td>19,2</td></tr><tr><td>50</td><td>155</td><td>120</td><td>G2</td><td>33,0</td></tr></table> | DN | L | H1 | D | Kvs | 10/09 | 83 | 100 | G3/8 | 1,47 | 15/14 | 90 | 100 | G1/2 | 2,52 | 20 | 97 | 100 | G3/4 | 5,70 | 25 | 110 | 105 | G1 | 8,70 | 32 | 124 | 110 | G1 1/4 | 14,2 | 40 | 130 | 120 | G1 1/2 | 19,2 | 50 | 155 | 120 | G2 | 33,0 |
| DN | L | H1 | D | Kvs | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10/09 | 83 | 100 | G3/8 | 1,47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15/14 | 90 | 100 | G1/2 | 2,52 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 97 | 100 | G3/4 | 5,70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | 110 | 105 | G1 | 8,70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | 124 | 110 | G1 1/4 | 14,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 130 | 120 | G1 1/2 | 19,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 155 | 120 | G2 | 33,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



Taula 4.6. Full d'especificacions del vas d'expansió del circuit primari.

| | |
|---|--|
| Projecte: Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat | Data: 23-12-2006 |
| | Nom: Vas d'expansió |
| | Codi: V -01 |
| Funció: Absorbir les variacions de volum del fluid caloportador contingut en el circuit primari degut als canvis de temperatura que aquest experimenta. | |
| Marca comercial:  | Model: 555 |
| Dades tècniques: Vas d'expansió tancat de membrana fi a Temperatura de funcionament fins a 99°C Capacitat: 5 litres Pressió màxima de treball: 10 bar Pes: 2,2 Kg Connexió hidràulica: 3/4" Gas contingut a la cambra: nitrogen Color pintura exterior: verd | Esquema/Imatge:  |
| Materials de construcció: membrana: cautxú sintètic, dipòsit: acer. | |
| Dimensions: A = 285 mm, B = 245 mm, D = 3/4"  | |

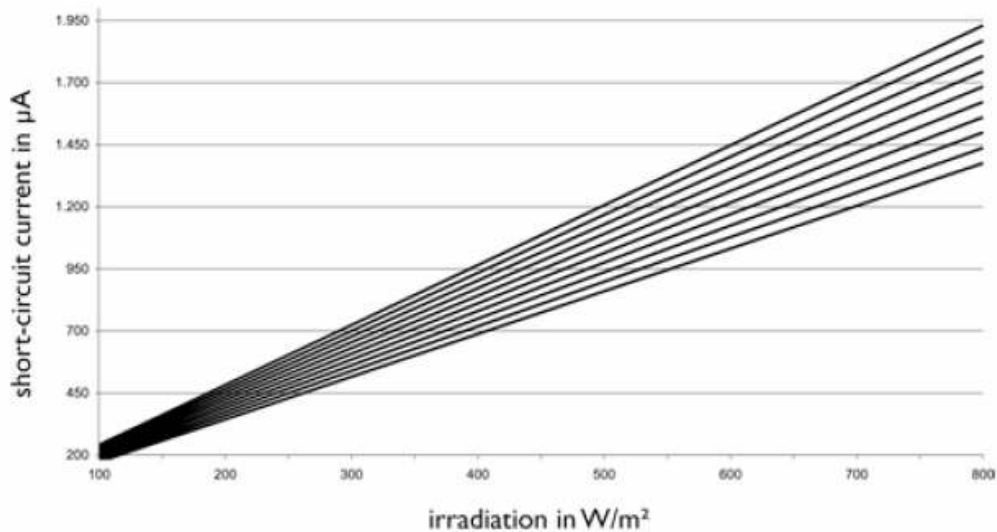
| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



Taula 4.7. Full d'especificacions del sensor de radiació solar.

| | |
|--|---|
| Projecte: Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat | Data: 23-12-2006 |
| | Nom: Sensor de radiació solar. |
| | Codi: SR-01 |
| Funció: informar la centraleta de regulació solar sobre la quantitat de radiació solar instantània. | |
| Marca comercial:  | Model: CS10 |
| Dades tècniques: Tipus de lectura: instantània Longitud màxima del fil de connexió: 100 m | Esquema/Imatge:  |



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



Corbes característiques:



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

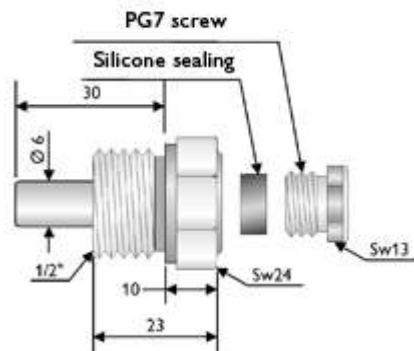
Taula 4.8. Full d'especificacions de la sonda de temperatura del circuit primari.

| | |
|--|---|
| Projecte: Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat. | Data: 23-12-2006 |
| | Nom: Sonda de temperatura |
| | Codi: ST-01 |
| Funció: mesurar la temperatura de retorn dels col·lectors i enviar la lectura a la centraleta de regulació solar. | |
| Marca comercial:  | Model: T28 |
| Dades tècniques: Tipus de sensor: PT100 Model del sensor: FKP 5,5 Camp de mesura: des de -10°C fins a 150°C Connexions de la T: 1" Rosca de l'allotjament del sensor: 1/2" | Esquema/Imatge:  |
| Materials de construcció: cos: bronze, juntes: silicona, sensor: platí. | |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



Dimensions (mm):

Allotjament del sensor: $D = 6$, $L_1 = 30$, $L_2 = 23$







Sensor: $D = 5,5$, $L_1 = 28$, $L_2 = 1.472$



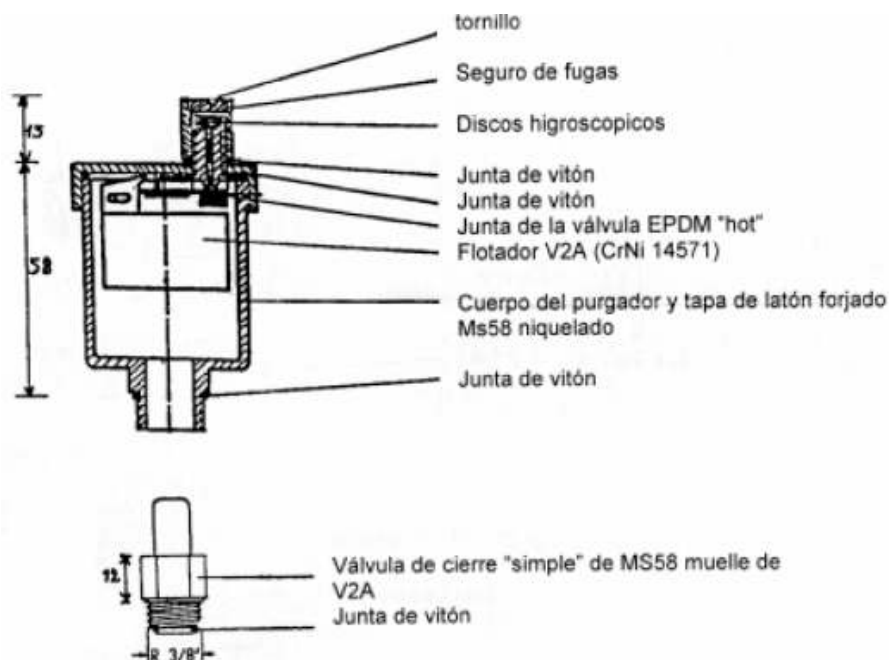
| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



Taula 4.9. Full d'especificacions dels purgadors automàtics dels col·lectors solars.

| | | |
|---|------------------------------------|--|
| Projecte: | | Data: 23-12-2006 |
| Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat | | Nom: Purgadors automàtics dels col·lectors solars, |
| | | Codi: PU-01 a PU-03 |
| Funció: eliminar les inclusions d'aire del circuit primari, per permetre el bon funcionament de la instal·lació. | | |
| Marca comercial:  | Model: Purg-O-Mat 150 Solar | |
| Dades tècniques: Pressió de servei: 1.000 kPa Pressió de prova: 1.500 kPa Temperatura màxima: 150°C Connexió: 3/8" | | Esquema/Imatge:  |
| Materials de construcció: boia: acer inoxidable (CrNi 14571), cos: llautó forjat Ms58 niquelat, junta de la vàlvula: EDPM, resta de juntes: viton (cautxú sintètic). | | |



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



Dimensions:



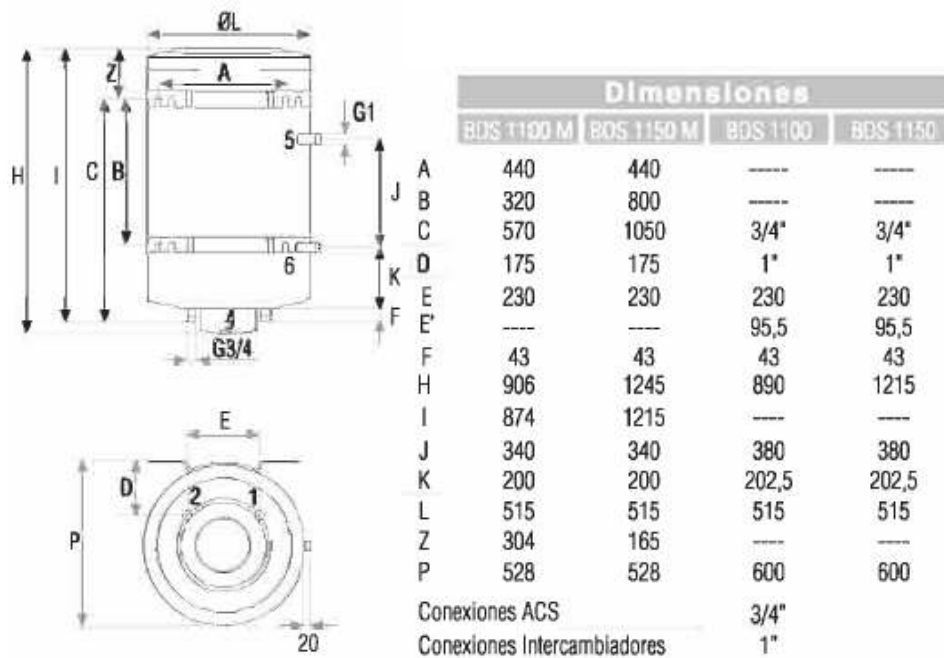
| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



Taula 4.10. Full d'especificacions del dipòsit d'ACS.

| | |
|---|---|
| Projecte: Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat. | Data: 23-12-2006 |
| | Nom: Dipòsit d'ACS |
| | Codi: DA-01 |
| Funció: acumular aigua calenta sanitària per al seu consum domèstic, a partir d'energia solar a través del bescanviador, o bé gràcies a una resistència elèctrica incorporada. | |
| Marca comercial:  | Model: BDS 1150 |
| Dades tècniques: Disposició: mural Volum d'acumulació: 150 L Superfície de bescanvi del serpentí: 0,81 m ² Potència tèrmica del serpentí: 30 kW Potència elèctrica de la resistència: 2,4 kW Protecció contra la corrosió: Ànode de magnesi Espessor d'aïllament: 50 mm Pèrdues en stand-by: 75 W Pes en buit: 66 kg | Esquema/Imatge:  |
| Materials de construcció: dipòsit: acer vitrificat, ànode: magnesi, aïllant: poliuretà d'alta densitat. | |



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



Dimensions(mm): 1: entrada d'aigua freda, 2: sortida d'aigua calenta, 4: resistència elèctrica, 5: Presa superior bescanviador, 6: Presa inferior bescanviador.



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



Taula 4.11. Full d'especificacions de les canonades de coure.

| | | |
|--|--|---------------------|
| Projecte: | Data: 23-12-2006 | |
| Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat. | Nom: Canonades de coure | |
| | Codi: - | |
| Funció: conduir els diferents fluids de la instal·lació. | | |
| Marca comercial: INDUSTRIAS NACOBRE |  | Model: 3/4", |
| Dades tècniques: Canonades de coure de tipus M Temple: rígid Color d'identificació: vermell Gravat (sota relleu): si Longitud del tram: 6,10 m Instal·lació: soldadura d'estany | Esquema/Imatge:  | |
| Materials de construcció: coure. | | |



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



Dimensions:

| <i>Diàmetre</i> | | |
|-----------------|-----------------|---------------------|
| <i>Nominal</i> | <i>Exterior</i> | <i>Mil·límetres</i> |
| <i>1/4</i> | <i>3/8</i> | <i>6</i> |
| <i>3/8</i> | <i>1/2</i> | <i>10</i> |
| <i>1/2</i> | <i>5/8</i> | <i>13</i> |
| <i>3/4</i> | <i>7/8</i> | <i>19</i> |
| <i>1</i> | <i>1 1/8</i> | <i>25</i> |
| <i>1 1/4</i> | <i>1 3/8</i> | <i>32</i> |
| <i>1 1/2</i> | <i>1 5/8</i> | <i>38</i> |
| <i>2</i> | <i>2 1/8</i> | <i>51</i> |
| <i>2 1/2</i> | <i>2 5/8</i> | <i>64</i> |
| <i>3</i> | <i>3 1/8</i> | <i>75</i> |
| <i>4</i> | <i>4 1/8</i> | <i>100</i> |

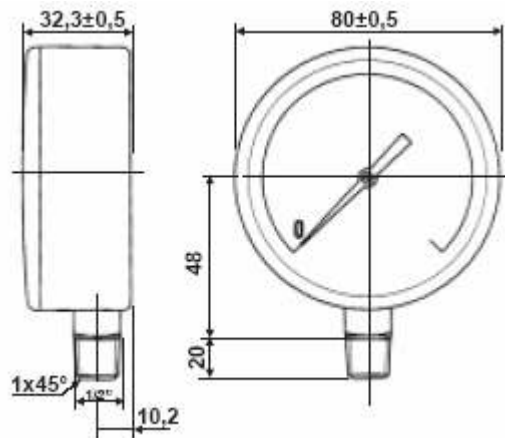
| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



Taula 4.12. Full d'especificacions dels manòmetres verticals.

| | |
|---|---|
| Projecte: Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat. | Data: 23-12-2006 |
| | Nom: Manòmetres verticals |
| | Codi: MN-01 i MN-02 |
| Funció: mesurar la pressió existent en diferents punts dels circuits. | |
| Marca comercial:  | Model: IM 30 503 |
| Dades tècniques: Manòmetre d'agulla de connexió radial Camp de mesura: 0-400 kPa Precisió: $\pm 2,5\%$ fons escala Connexió: 1/2" Pressió estàtica de servei: 10-75% fons escala Pressió dinàmica de servei: 10-66% fons escala Pressió màxima en interval curt de temps: 75-100% fons escala Temperatura ambient de treball: de -20°C a 60°C Temperatura del fluid de treball: de -20°C a 60°C Sobrepessió màxima: 125% fons escala | Esquema/Imatge:  |
| Materials de construcció: caixa: acer negre, esfera: alumini blanc, agulla: alumini negre, visor: policarbonat, element de mesura: aliatge de coure, mecanisme: aliatge de coure, pern de connexió: aliatge de coure. | |

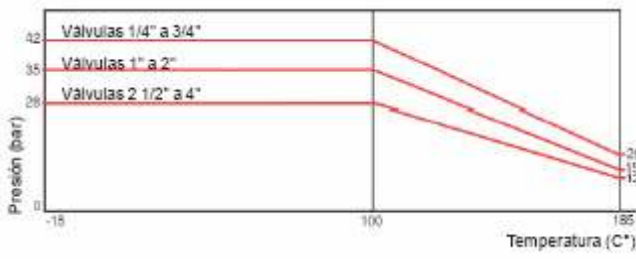

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



Dimensions:



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

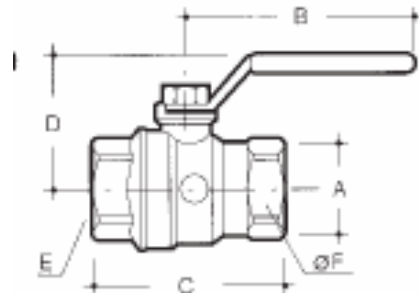
Taula 4.13. Full d'especificacions de les vàlvules de bola.



| | |
|---|--|
| Projecte: Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat. | Data: 23-12-2006 |
| | Nom: Vàlvules de bola |
| | Codi: VT-01 a VT-27 |
| Funció: interrompre manualment el pas dels fluids en determinats punts dels circuits. | |
| Marca comercial: | ROCA |
| Dades tècniques: Estanqueïtat per anells de tefló Gir de tancament i obertura de 90° Connexió femella-femella  | Esquema/Imatge:  |
| Materials de construcció: cos: llautó estampat, bola: llautó cromat, arandelles antifrcció: tefló (PTFE), premsaestopa: llautó, junta: tefló, palanca: acer amb tractament antiòxid, revestiment palanca: PVC roig. | |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



Dimensions:



| Modelo o rosca | Diámetro nominal | Cotas mm | | | | | Unidades Caja de cartón |
|----------------|------------------|----------|-----|-----|-------|-------|-------------------------|
| E | A | B | C | D | F | KV | |
| 1/4" | 8 | 44 | 44 | 27 | 19 | 6,3 | 20 |
| 3/8" | 10 | 77 | 49 | 33 | 21 | 6,7 | 10 |
| 1/2" | 15 | 77 | 56 | 36 | 26 | 12,7 | 10 |
| 3/4" | 20 | 94 | 63 | 47 | 32 | 24,6 | 10 |
| 1" | 25 | 94 | 76 | 51 | 41 | 48,5 | 10 |
| 1 1/4" | 32 | 94 | 86 | 56 | 50 | 98 | 10 |
| 1 1/2" | 40 | 136 | 97 | 69 | 55 | 140 | 4 |
| 2" | 50 | 136 | 111 | 77 | 70 | 211 | 4 |
| 2 1/2" | 63,5 | 187 | 153 | 111 | 81,8 | 657 | 2 |
| 3" | 76,2 | 187 | 173 | 120 | 95,8 | 998 | 2 |
| 4" | 101,6 | 257 | 216 | 153 | 121,8 | 2.012 | 2 |



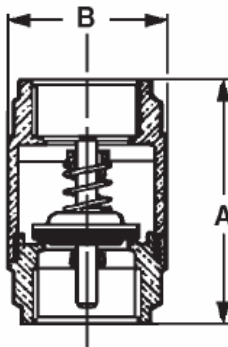
| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

Taula 4.14. Full d'especificacions de les vàlvules de retenció.



| | |
|--|--|
| Projecte: Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat | Data: 23-12-2006 |
| | Nom: Vàlvules de retenció |
| | Codi: VA-01 a VA-08 |
| Funció: garantir el sentit del flux del fluid circulant pels circuits hidràulics. | |
| Marca comercial:  | Model: 3/4 " |
| Dades tècniques: Temperatura de treball: de 0°C a 90°C Pressió màxima: veure taula Posició de treball: qualsevol | Esquema/Imatge:  |
| Materials de construcció: cos: llautó estampat, èmbol: acer inox. AISI-304, motlle: acer inox. 18/8. | |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Dimensions:





| Rosca | | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1-1/4" | 1-1/2" |
|----------------|-----------------------|------|------|------|----|--------|--------|
| A | (mm) | 54 | 57 | 64 | 75 | 82 | 93 |
| B | (mm) | 34,5 | 34,5 | 41,5 | 48 | 60,5 | 71 |
| Presión máxima | (Kg/cm ²) | 25 | 25 | 25 | 25 | 18 | 18 |
| Embalaje | (uds./caja) | 10 | 10 | 8 | 6 | 4 | 4 |

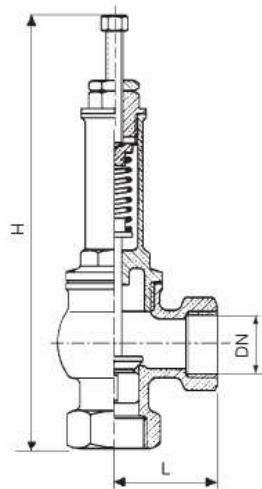
| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Taula 4.15. Full d'especificacions de les vàlvules de seguretat regulables.



| | |
|---|--|
| Projecte: Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat. | Data: 23-12-2006 |
| | Nom: Vàlvules de seguretat regulables |
| | Codi: VS-01 |
| Funció: evitar que la pressió del circuit assoleix i un valor perillós per als elements de la instal·lació, evacuant el fluid circulant quan es doni aquesta situació. | |
| Marca comercial:  | Model: 3/4 " |
| Dades tècniques: Pressió de treball: 1.600 kPa Camp de regulació: de 200 a 800 kPa Temperatura màxima de treball: 150°C | Esquema/Imatge:  |
| Materials de construcció: cos: llautó, campana: llautó, molla: acer tractat tèrmicament, cargol de regulació i contrafemella: llautó. | |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



Dimensions:





| Código | Rosca (DN) | H | L | Ø Orificio |
|-----------|------------|-----|----|------------|
| AA 11 121 | 3/8" | 116 | 45 | 10 |
| AA 11 122 | 1/2" | 126 | 45 | 13 |
| AA 11 123 | 3/4" | 145 | 56 | 19 |
| AA 11 124 | 1" | 157 | 63 | 25 |
| AA 11 125 | 1 1/4" | 189 | 78 | 31,5 |
| AA 11 126 | 1 1/2" | 210 | 87 | 38 |
| AA 11 127 | 2" | 224 | 92 | 48,3 |

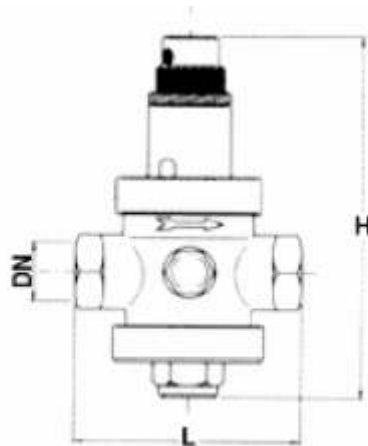
| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



Taula 4.16. Full d'especificacions de la vàlvula reductora de pressió.

| | |
|--|--|
| Projecte: Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat. | Data: 23-12-2006 |
| | Nom: Vàlvula reductora de pressió |
| | Codi: VR-01 |
| Funció: reduir la pressió de l'aigua de la xarxa fins a un valor adequat per al circuit d'ACS | |
| Marca comercial:  | Model: 3/4" |
| Dades tècniques: Pressió d'entrada màxima: 25 bar Pressió de sortida regulable: de 0,5 bar a 6 bar Temperatura màxima: 80°C Presa per a manòmetre 1/4" amb tap Pes: 2550 gr. | Esquema/Imatge:  |
| Materials de construcció: cos: llautó estampat niquelat, molla: acer zincat, seient: acer inox. 18/10, junta: vitón, obturador: acer inox . 18/10. | |



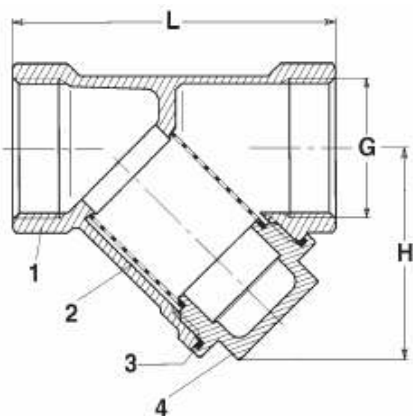
| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



Dimensions(mm): L = 125, H = 220.



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



Taula 4.17. Full d'especificacions dels filtres de partícules sòlides.

| Projecte: Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat. | Data: 23-12-2006 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|----|----|----|----|----|----|--------|----|----|----|----|----|-----|
| | Nom: Filtres de partícules sòlides | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Codi: FT-01, FT-02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Funció: retenir les partícules sòlides a l'aspiració de les bombes de circulació i a l'entrada de l'aigua de la xarxa per garantir el bon funcionament de la instal·lació. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marca comercial:  | Model: 1-1/4" i 1-1/2" | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dades tècniques: Temperatura màxima de treball: 110°C Pressió màxima de treball: 1.600 kPa Perforació de la malla: 0,5 mm | Esquema/Imatge:  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Materials de construcció: cos: llautó, malla: acer inoxidable, junta plana: NBR, tap: llautó. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dimensions:  <table data-bbox="772 1509 1337 1700"><tr><th>G</th><th>3/8"</th><th>1/2"</th><th>3/4"</th><th>1"</th><th>1-1/4"</th><th>1-1/2"</th></tr><tr><td>H (mm)</td><td>48</td><td>48</td><td>48</td><td>56</td><td>64</td><td>72</td></tr><tr><td>L (mm)</td><td>55</td><td>55</td><td>70</td><td>87</td><td>96</td><td>106</td></tr></table> | | G | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1-1/4" | 1-1/2" | H (mm) | 48 | 48 | 48 | 56 | 64 | 72 | L (mm) | 55 | 55 | 70 | 87 | 96 | 106 |
| G | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1-1/4" | 1-1/2" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H (mm) | 48 | 48 | 48 | 56 | 64 | 72 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| L (mm) | 55 | 55 | 70 | 87 | 96 | 106 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |



Taula 4.18. Full d'especificacions de l'aïllament de canonades.

| | |
|---|---|
| Projecte: Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat. | Data: 23-12-2006 |
| | Nom: Aïllament de canonades |
| | Codi: |
| Funció: aïllar tèrmicament les canonades de la instal·lació | |
| Marca comercial:  | Model: - |
| Dades tècniques: Densitat: 35 Kg/m ³ Coeficient de conductivitat tèrmica mig: 0,032 Kcal/hm °C Absorció d'aigua: 0,3% en pes Permeabilitat al vapor d'aigua: 0,01 g cm ² /dia mm Hg Temperatura de treball: -80°C + 90°C Comportament al foc: Classificat B-1 DIN 4102 Resistència als dissolvents bona. Excel·lent resistència a la deformació. Polietilè expandit amb cel·la tancada. | Esquema/Imatge:  |
| Materials de construcció: aïllament: elastòmer extruït de cel·lula tancada nitril-pvc. | |



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

Dimensions:

| Código | Tipo | Tubería cobre (pulg.) | Tubería hierro (pulg.) | Espesor pared (mm) | Øinterior (mm) | Cont. caja (m.l.) |
|-----------|-------|-----------------------|------------------------|--------------------|----------------|-------------------|
| IA 02 001 | 101 | 3/8" | - | 6 | 9 | 650 |
| IA 02 002 | 102 | 1/2" | 1/4" | | 13 | 560 |
| IA 02 003 | 103 | 5/8" | 3/8" | | 15 | 480 |
| IA 02 004 | 104 | 3/4" | - | | 18 | 460 |
| IA 02 005 | 105 | 7/8" | 1/2" | | 22 | 350 |
| IA 02 006 | 106 | 1-1/8" | 3/4" | | 28 | 280 |
| IA 02 007 | 106 A | 1-3/8" | 1" | | 35 | 180 |
| IA 02 102 | 151 | 1/2" | 1/4" | 10 | 13 | 400 |
| IA 02 103 | 152 | 5/8" | 3/8" | | 15 | 400 |
| IA 02 104 | 153 | 3/4" | - | | 19 | 300 |
| IA 02 105 | 154 | 7/8" | 1/2" | | 22 | 270 |
| IA 02 106 | 155 | 1-1/8" | 3/4" | | 28 | 196 |
| IA 02 107 | 156 | 1-3/8" | 1" | | 35 | 160 |
| IA 02 108 | 157 | 1-5/8" | 1-1/4" | | 42 | 110 |
| IA 02 109 | 157 A | 1-15/16" | 1-1/2" | | 48 | 100 |
| IA 02 110 | 158 | 2-1/8" | - | | 54 | 80 |
| IA 02 111 | 159 | 2-3/8" | 2" | | 60 | 70 |
| IA 02 112 | 160 | 3" | 2-1/2" | | 76 | 50 |
| IA 02 113 | 161 | 3-1/2" | 3" | | 89 | 40 |
| IA 02 204 | 403 | 3/4" | - | 20 | 18 | 130 |
| IA 02 205 | 404 | 7/8" | 1/2" | | 22 | 110 |
| IA 02 206 | 405 | 1-1/8" | - | | 28 | 100 |
| IA 02 207 | 406 | 1-3/8" | 1" | | 35 | 80 |
| IA 02 208 | 407 | 1-5/8" | 1-1/4" | | 42 | 64 |
| IA 02 209 | 407 A | 1-15/16" | 1-1/2" | | 48 | 56 |
| IA 02 210 | 408 | 2-1/8" | - | | 54 | 52 |
| IA 02 211 | 409 | 2-3/8" | 2" | | 60 | 44 |
| IA 02 212 | 410 | 3" | 2-1/2" | | 76 | 36 |
| IA 02 213 | 411 | 3-1/2" | 3" | | 89 | 26 |



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

5. ESTAT D'AMIDAMENTS

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

ÍNDEX DE L'ESTAT D'AMIDAMENTS

| | |
|---|----------|
| ÍNDEX DE L'ESTAT D'AMIDAMENTS | 2 |
| 5.1. RELACIÓ DE PARTIDES | 3 |
| 5.2. ESTAT D'AMIDAMENTS PER PARTIDES..... | 4 |
| 5.2.1.Amidaments de la partida 1: Energia solar | 4 |
| 5.2.2.Amidaments de la partida 2: ACS..... | 5 |



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

5.1 RELACIÓ DE PARTIDES

La relació de partides amb la que s'ha dividit l'estat d'amidaments i el pressupost es correspon amb l'agrupament d'elements que s'ha fet a la memòria i als plànols.

Aquest agrupament es basa en una divisió per zones:



- Partida 1: Energia solar (correspon a la zona 1).
- Partida 2: ACS (correspon a la zona 2).

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

5.2 ESTAT D'AMIDAMENTS PER PARTIDES

5.2.1 Amidaments de la partida 1: Energia solar



| Concepte | Unitat | Quantitat |
|--|---------------|------------------|
| Col·lector solar ROCA PS | ut | 1 |
| Dissipador de calor SALVADOR ESCODA | ut | 1 |
| Tap de coure de 3/4" NACOBRE | ut | 2 |
| Anticongelant propilenglicol HARTGARD. Bidó de 30 L. | L | 1 |
| Canonada de coure de 3/4" NACOBRE de 5 m | m | 7 |
| Abraçadora SALVADOR ESCODA | ut | 12 |
| Colze de 90° de 3/4" NACOBRE | ut | 8 |
| Aïllament ISOVER 70x13 | m | 15 |
| Aïllament ISOVER 89x19 | m | 20 |
| Cinta adhesiva aïllant ISOCELL de 10 m. | m | 4 |
| Bomba ROCA PC 1025 | ut | 1 |
| Joc de racors bomba ROCA | ut | 1 |
| Filtre de llautó SALVADOR ESCODA | ut | 1 |
| Centraleta de regulació solar RESOL DeltaSol ES | ut | 1 |
| Sonda de temperatura PT100 RESOL T28 | ut | 1 |
| Electrovàlvula de tres vies SALVADOR ESCODA SF 25 EB | ut | 1 |
| Vàlvula de bola de 3/4" ROCA | ut | 6 |
| Purgador automàtic VOSS Purg-O-Mat 150 3/4" | ut | 2 |
| Manòmetre vertical SALVADOR ESCODA 4 bar | ut | 2 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



| Concepte | Unitat | Quantitat |
|---|---------------|------------------|
| Vàlvula d'equilibrat TOUR & ANDERSSON STAD-25 | ut | 2 |
| Vas d'expansió de 5 litres CALEFFI 555 | ut | 1 |
| Sensor d'irradiació solar RESOL CS10 | ut | 1 |
| Ajudant lampista | h | 20 |
| Oficial 1era lampista | h | 20 |

5.2.2 Amidaments de la partida 2: ACS

| Concepte | Unitat | Quantitat |
|---|---------------|------------------|
| Dipòsit ACS Saunier Duval BDS 1150 | ut | 1 |
| Sonda de temperatura envainada RESOL FKP150 | ut | 1 |
| Ajudant lampista | h | 4 |
| Oficial 1era lampista | h | 4 |



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

6. PRESSUPOST

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

ÍNDIX DEL PRESSUPOST



| | |
|--|-----------|
| ÍNDIX DEL PRESSUPOST..... | 2 |
| 6.1. PREUS UNITARIS..... | 3 |
| 6.1.1.Preus unitaris de la partida 1: Energia solar..... | 3 |
| 6.1.2.Preus unitaris de la partida 2: ACS | 4 |
| 6.2. PRESSUPOST PER PARTIDES | 5 |
| 6.2.1.Pressupost de la partida 1: Energia solar | 5 |
| 6.2.2.Pressupost de la partida 2: ACS | 7 |
| 6.2.3.Resum del pressupost per partides | 9 |
| 6.3. PRESSUPOST GENERAL | 10 |
| 6.4. AJUDES..... | 11 |
| 6.5. ESTUDI DE VIABILITAT ECONÒMICA | 12 |
| 6.5.1.Període de retorn del capital invertit en la instal·lació..... | 13 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



6.1 PREUS UNITARIS

6.1.1 Preus unitaris de la partida 1: Energia solar

| Concepte | Unitat | €/Unitat |
|---|--------|----------|
| Col·lector solar ROCA PS | ut | 483,00 |
| Dissipador de calor SALVADOR ESCODA | ut | 350,00 |
| Tap de coure de 3/4" NACOBRE | ut | 0,60 |
| Anticongelant propilenglicol HARTGARD. Bidó de 30 L. | L | 81,48 |
| Canonada de coure de 3/4" NACOBRE de 5 m | m | 51,60 |
| Abraçadora SALVADOR ESCODA | ut | 0,20 |
| Colze de 90° de 1" NACOBRE | ut | 2,32 |
| Aïllament ISOVER 70x13 | m | 5,19 |
| Aïllament ISOVER 89x19 | m | 13,87 |
| Cinta adhesiva aïllant ISOCELL de 10 m. | m | 14,00 |
| Bomba ROCA PC 1025 | ut | 119,00 |
| Joc de racors bomba ROCA | ut | 10,00 |
| Filtre de llautó 3/4" SALVADOR ESCODA | ut | 9,57 |
| Centralita de regulació solar RESOL DeltaSol ES | ut | 403,00 |
| Sonda de temperatura PT100 RESOL T28 | ut | 37,93 |
| Electrovàlvula de tres vies 1" SALVADOR ESCODA SF 25 EB | ut | 46,43 |
| Vàlvula de bola de 3/4" ROCA | ut | 10,00 |
| Purgador automàtic VOSS Purg-O-Mat 150 3/4" | ut | 7,10 |



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

| Concepte | Unitat | €/Unitat |
|---|---------------|-----------------|
| Manòmetre vertical SALVADOR ESCODA 4 bar 3/4" | ut | 9,96 |
| Vàlvula d'equilibrat TOUR & ANDERSSON STAD-25 | ut | 62,45 |
| Vas d'expansió de 5 litres CALEFFI 555 | ut | 17,50 |
| Sensor d'irradiació solar RESOL CS10 | ut | 63,22 |
| Vàlvula de seguretat regulable SALVADOR ESCODA 3/4" | ut | 39,43 |
| Ajudant lampista | h | 13,83 |
| Oficial 1a lampista | h | 14,45 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

6.1.2 Preus unitaris de la partida 2: ACS



| Concepte | Unitat | €/Unitat |
|---|---------------|-----------------|
| Dipòsit ACS Saunier Duval BDS 1150 | ut | 428 |
| Sonda de temperatura envainada RESOL FKP150 | ut | 24,6 |
| Ajudant lampista | h | 13,83 |
| Oficial 1era lampista | h | 14,45 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



6.2 PRESSUPOST PER PARTIDES

6.2.1 Pressupost de la partida 1: energia solar

| Concepte | Unitat | €/Unitat | Quantitat | Import |
|--|--------|----------|-----------|--------|
| Col·lector solar ROCA PS | ut | 483,00 | 1 | 483,00 |
| Dissipador de calor SALVADOR ESCODA | ut | 350,00 | 1 | 350,00 |
| Tap de coure de 3/4" NACOBRE | ut | 0,60 | 2 | 1,20 |
| Anticongelant propilenglicol HARTGARD. Bidó de 30 L. | L | 81,48 | 1 | 81,48 |
| Canonada de coure de 3/4" NACOBRE de 5 m | m | 29,65 | 7 | 207,55 |
| Abraçadora SALVADOR ESCODA | ut | 0,15 | 12 | 1,80 |
| Colze de 90° de 3/4" NACOBRE | ut | 2,01 | 8 | 16,08 |
| Aïllament ISOVER 70x13 | m | 5,19 | 15 | 77,85 |
| Aïllament ISOVER 89x19 | m | 13,87 | 20 | 277,40 |
| Cinta adhesiva aïllant ISOCELL de 10 m. | m | 14,00 | 4 | 56,00 |
| Bomba ROCA PC 1025 | ut | 93,00 | 1 | 93,00 |
| Joc de racors bomba ROCA | ut | 10,00 | 1 | 10,00 |
| Filtre de llautó SALVADOR ESCODA | ut | 9,57 | 1 | 9,57 |
| Centralita de regulació solar RESOL DeltaSol ES | ut | 403,00 | 1 | 403,00 |
| Sonda de temperatura PT100 RESOL T28 | ut | 37,93 | 1 | 37,93 |
| Electrovàlvula de tres vies SALVADOR ESCODA SF 25 EB | ut | 46,43 | 1 | 46,43 |
| Vàlvula de bola de 3/4" ROCA | ut | 7,20 | 6 | 43,20 |
| Purgador automàtic VOSS Purg-O-Mat 150 3/4" | ut | 7,10 | 2 | 14,20 |
| Manòmetre vertical SALVADOR ESCODA 4 bar | ut | 9,96 | 2 | 39,84 |



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

| Concepte | Unitat | €/Unitat | Quantitat | Import |
|---|---------------|-----------------|------------------|---------------|
| Vàlvula d'equilibrat TOUR & ANDERSSON STAD-25 | ut | 62,45 | 2 | 124,90 |
| Vas d'expansió de 5 litres CALEFFI 555 | ut | 17,50 | 1 | 17,50 |
| Sensor d'irradiació solar RESOL CS10 | ut | 63,22 | 1 | 63,22 |
| Ajudant lampista | h | 13,83 | 20 | 276,60 |
| Oficial 1a lampista | h | 14,45 | 20 | 289,00 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

6.2.2 Pressupost de la partida 2: ACS



| Concepte | Unitat | €/Unitat | Quantitat | Import |
|---|---------------|-----------------|------------------|---------------|
| Dipòsit ACS Saunier Duval BDS 1150 | ut | 428 | 1 | 428,00 |
| Sonda de temperatura envainada RESOL FKP150 | ut | 24,6 | 1 | 24,60 |
| Ajudant lampista | h | 13,83 | 4 | 55,32 |
| Oficial 1era lampista | h | 14,45 | 4 | 57,80 |

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

6.2.3. Resum del pressupost per partides

| Partida | Import (€) |
|-----------------------|-------------------|
| 1. Energia solar | 3.020,75 |
| 2. ACS | 565,72 |
| Total partides | 3.586,47 |

Taula 6.1. Import total de les partides.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



6.3. PRESSUPOST GENERAL

Nota: tots els imports estan en euros (€).

| | |
|-------------------------------|-----------------|
| Total partides | 3.586,47 |
| Benefici industrial 6% | 215,18 |
| Base imposable | 3801,65 |
| IVA 16% | 608,26 |
| TOTAL PRESSUPOST | 4409,92 |

Taula 6.2. Pressupost total de la instal·lació.

El pressupost general de la instal·lació és de QUATRE MIL QUATRE-CENTS NOU EUROS AMB NORANTA-DOS CÈNTIMS.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



6.4. AJUDES

Segons l'Ordre TRI/110/2005, de 16 de març, per la qual s'aproven les bases reguladores per subvencionar la realització d'actuacions en matèria d'estalvi, eficiència energètica i aprofitament dels recursos energètics renovables i sobre la convocatòria per a l'any 2005 (codi d'ajut 10202 i Z06), publicat al Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya número 4354 - 1.4.2005, la instal·lació d'energia solar tèrmica projectada pot gaudir d'ajuda per a la seva execució donat que és una actuació d'aprofitament d'energia renovable.

La quantitat màxima dels ajuts per l'àmbit d'actuació d'energia solar tèrmica, i concretament en el cas dels captadors solars plans, és de 222 €/m².

En el present projecte, la màxima quantia que es podria rebre en concepte d'ajuda administrativa seria de 395,16 € al tenir només un sol col·lector instal·lat.

Si aquesta quantitat de diners es resta al pressupost de la partida 1, passaria de 3020,75 € a 2625,59 €, i per tant el pressupost general de la instal·lació, tenint en compte les ajudes és de 4014,76 €.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |



6.5. ESTUDI DE VIABILITAT ECONÒMICA.

L'objectiu d'aquest estudi de viabilitat econòmica és determinar el període de retorn de la instal·lació solar, és a dir, el nombre d'anys que hauran de transcórrer des de l'inici de la vida útil del sistema per tal que l'estalvi econòmic generat compensi la inversió inicial.

Les raons per les quals es decideix instal·lar un sistema d'energia solar són:

- Aconseguir autosuficiència i independència respecte als subministres convencionals, el que comporta una major comoditat.
- Contribuir a frenar el deteriorament mediambiental del planeta utilitzant una energia neta i no contaminant.
- Aconseguir un estalvi energètic aprofitant una energia que arriba gratuïtament fins al lloc de consum.
- Evitar consumir combustibles fòssils, coneixedors de la seva naturalesa finita.
- Aconseguir, en primer lloc, un estalvi econòmic al consumir menys energia convencional; i a llarg termini, un benefici econòmic a l'haver amortitzat la instal·lació.

En el camp domèstic, a més a més, es persegueix el fet d'avançar-se a les imminents ordenances municipals. D'entre les raons esmentades anteriorment, les que tenen més pes són les que fan referència a la conscienciació mediambiental i a l'estalvi energètic. La resta de motius també són tinguts en compte en l'àmbit domèstic, però són més propis dels sectors empresarials com l'industrial i el de serveis.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

No obstant, si una inversió domèstica, a més de satisfer les inquietuds mediambientals del propietari també s'autofinancia, aleshores es justifica la seva instal·lació gairebé al 100%. La única pega es troba en l'alta inversió inicial.

6.5.1. Període de retorn del capital invertit en la instal·lació



El període de retorn del capital invertit és el temps que transcorre des de la realització de la inversió fins que l'estalvi produït l'amortitza. Aquest concepte permet determinar si la instal·lació projectada produeix algun estalvi en relació als costos que suposa la seva inversió i explotació.

Abans de realitzar l'estudi de viabilitat cal definir la inversió real que es té en compte. En el present projecte es tindrà en compte l'import pressupostat general de la partida 1: energia solar.

Per a l'estudi es considera un cost de manteniment anual del 1,5% del valor material de la instal·lació sotmesa a manteniment i que va creixent amb els anys amb la mateixa proporció que ho fa el cost de vida, definit per l'índex d'inflació. Aquest es considera d'un 2%.

Per poder avaluar correctament i comparar les quantitats que intervenen en l'estudi s'ha de tenir en compte que els costos variaran. Per això es pren com a referència el valor del diner en el moment d'efectuar la inversió, traduint totes les quantitats al llarg dels diferents anys al seu valor equivalent actualment.

El benefici net que proporciona la instal·lació en unitats monetàries del primer any ve donat per l'Eq 6. 1.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

$$B = A \sum_1^t \left(\frac{1+c}{1+e_d} \right)^t - M \sum_1^t \left(\frac{1+i}{1+e_d} \right)^t - C$$

Eq 6. 1

On:

A és l'estalvi anual en el cost del combustible segons el preu d'aquest en el primer any (€).

M és el cost del manteniment durant el primer any de vida de la instal·lació (€).

C és el cost de la inversió (€).

e_d és l'interès del diner (4%).

i és el valor de la inflació anual (2%).

c és l'increment dels preus dels combustibles cada any.

t són el nombre d'anys

L'estalvi anual vindrà donat per l'Eq. 6.2. i es troba reflectit en la Taula 6.1.



$$A = A_{ACS}$$

Eq. 6.2.

On:

A_{ACS} és l'estalvi en gas-oil destinat a l'ACS.

Segons els càlculs, la instal·lació solar està dissenyada per aportar el 100% de la necessitat d'ACS calculada a partir de les dades d'ocupació, temperatures, etc, facilitades pel propietari de la vivenda, cal remarcar que compleix el Codi Tècnic de l'Edificació pel que fa referència a les instal·lacions dissenyades per abastir el 100% de la demanda .



| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| <i>Universitat de Lleida</i> | Roger Blasco Ballesté | <i>Escola Politècnica Superior</i> |

A la Taula 6.3. es mostren els litres de gas-oil amb un PCI de 8.550 kCal/L (35.797,14 kJ/L), necessaris per satisfer tota la demanda d'ACS.

| Mes | Necessitat mensual (MJ) | Gas-oil necessari (L) |
|--------------|--------------------------------|------------------------------|
| Gener | 911 | 25,44 |
| Febrer | 775 | 21,64 |
| Març | 763 | 21,31 |
| Abril | 668 | 18,66 |
| Maig | 606 | 16,92 |
| Juny | 508 | 14,19 |
| Juliol | 459 | 12,82 |
| Agost | 463 | 12,93 |
| Setembre | 514 | 14,35 |
| Octubre | 670 | 18,71 |
| Novembre | 780 | 21,78 |
| Desembre | 892 | 24,91 |
| TOTAL | 8010 | 223,76 |

Taula 6.3. Gas-oil necessari per satisfer la demanda mensual d'ACS

Els valors dels diferents paràmetres que intervenen en el càlcul del període de retorn es poden veure a la Taula 6.4.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

| Paràmetre | Valor considerat |
|---------------------|-------------------|
| C sense subvenció | 4409,92 € |
| C amb subvenció | 4014,76 €. |
| M | 1,5% de C |
| A | 223,76 € |
| e_d | 0,04 |
| i | 0,02 |
| c | 0,02; 0,04 i 0,06 |



Taula 6.4. Paràmetres de càlcul del període de retorn.

Els càlculs s'han realitzat per a dos inversions diferents: tenint en compte els ajuts i sense considerar-los. També s'ha calculat el payback per a tres diferents increments anuals del preu dels combustibles. D'aquesta manera han sortit 6 períodes de retorn possibles, que corresponen a diferents graus de previsió de l'escenari econòmic.

Durant els anys en que el benefici és negatiu l'estalvi que produeix la instal·lació solar no compensa la inversió projectada. El valor de t pel qual el benefici net és zero correspon al temps de retorn de la instal·lació, i a partir d'aquest any i fins a la fi de la vida útil de la instal·lació, tot l'estalvi produït es converteix en benefici.

El principal factor que permet obtenir una rendibilitat en una instal·lació solar és la seva durabilitat i funcionament eficaç durant molts anys. Es considera una vida útil de la instal·lació de 20 anys.



Els resultats dels càlculs es mostren a la Taula 6.5. i gràficament es poden veure a la Figura 6.1.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

| Subvenció | NO | NO | NO | SÍ | SÍ | SÍ |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Increment | 2% | 4% | 6% | 2% | 4% | 6% |
| Any | | | | | | |
| 1 | -4249,01 | -4244,71 | -4240,40 | -3853,85 | -3849,55 | -3845,24 |
| 2 | -4091,19 | -4078,36 | -4065,37 | -3696,03 | -3683,20 | -3670,21 |
| 3 | -3936,41 | -3910,92 | -3884,77 | -3541,25 | -3515,76 | -3489,61 |
| 4 | -3784,60 | -3742,39 | -3698,53 | -3389,44 | -3347,23 | -3303,37 |
| 5 | -3635,72 | -3572,80 | -3506,58 | -3240,56 | -3177,64 | -3111,42 |
| 6 | -3489,69 | -3402,17 | -3308,85 | -3094,53 | -3007,01 | -2913,69 |
| 7 | -3346,48 | -3230,52 | -3105,28 | -2951,32 | -2835,36 | -2710,12 |
| 8 | -3206,02 | -3057,86 | -2895,80 | -2810,86 | -2662,70 | -2500,64 |
| 9 | -3068,26 | -2884,22 | -2680,31 | -2673,10 | -2489,06 | -2285,15 |
| 10 | -2933,15 | -2709,62 | -2458,76 | -2537,99 | -2314,46 | -2063,60 |
| 11 | -2800,64 | -2534,07 | -2231,05 | -2405,48 | -2138,91 | -1835,89 |
| 12 | -2670,67 | -2357,60 | -1997,11 | -2275,51 | -1962,44 | -1601,95 |
| 13 | -2543,21 | -2180,22 | -1756,86 | -2148,05 | -1785,06 | -1361,70 |
| 14 | -2418,19 | -2001,94 | -1510,20 | -2023,03 | -1606,78 | -1115,04 |
| 15 | -2295,58 | -1822,79 | -1257,04 | -1900,42 | -1427,63 | -861,88 |
| 16 | -2175,33 | -1642,78 | -997,31 | -1780,17 | -1247,62 | -602,15 |
| 17 | -2057,39 | -1461,93 | -730,89 | -1662,23 | -1066,77 | -335,73 |
| 18 | -1941,72 | -1280,26 | -457,70 | -1546,56 | -885,10 | -62,54 |
| 19 | -1828,28 | -1097,77 | -177,64 | -1433,12 | -702,61 | 217,52 |
| 20 | -1717,01 | -914,49 | 109,39 | -1321,85 | -519,33 | 504,55 |
| 21 | -1607,89 | -730,44 | 403,50 | -1212,73 | -335,28 | 798,66 |
| 22 | -1500,86 | -545,62 | 704,80 | -1105,70 | -150,46 | 1099,96 |
| 23 | -1395,89 | -360,05 | 1013,38 | -1000,73 | 35,11 | 1408,54 |
| 24 | -1292,94 | -173,75 | 1329,37 | -897,78 | 221,41 | 1724,53 |
| 25 | -1191,97 | 13,28 | 1652,88 | -796,81 | 408,44 | 2048,04 |
| 26 | -1092,95 | 201,01 | 1984,02 | -697,79 | 596,17 | 2379,18 |
| 27 | -995,82 | 389,43 | 2322,92 | -600,66 | 784,59 | 2718,08 |
| 28 | -900,57 | 578,53 | 2669,69 | -505,41 | 973,69 | 3064,85 |
| 29 | -807,14 | 768,30 | 3024,46 | -411,98 | 1163,46 | 3419,62 |
| 30 | -715,51 | 958,73 | 3387,36 | -320,36 | 1353,89 | 3782,52 |

Taula 6.5. Resultats dels càlculs del període de retorn de la instal·lació solar.

La previsió més optimista suposa un període de retorn de 20 anys, per tant, la instal·lació solar sí que és rentable econòmicament, encara que és en la vessant mediambiental on es guanya més.

| | | |
|---|---|---|
|  | Disseny de la instal·lació solar tèrmica d'aigua calenta sanitària, en una casa del municipi d'Alpicat |  |
| Universitat de Lleida | Roger Blasco Ballesté | Escola Politècnica Superior |

Cal destacar, també, el paper que juguen els ajuts en reduir el payback de la instal·lació, ja que aconsegueixen reduir-lo entre 2 i 3 anys.

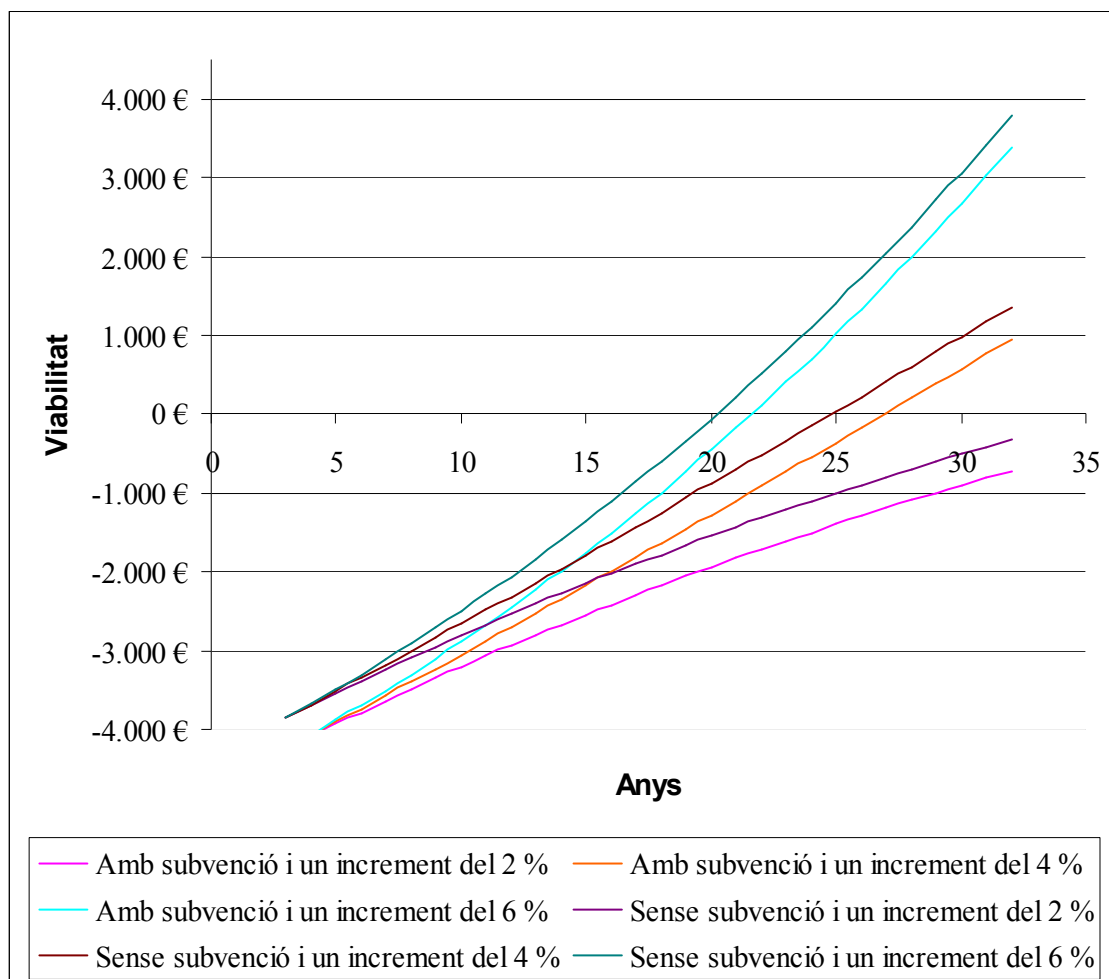


Figura 6.1. Gràfica on es mostren els resultats del càlcul del payback de la instal·lació solar.